AUTOMATIZÁLÁS

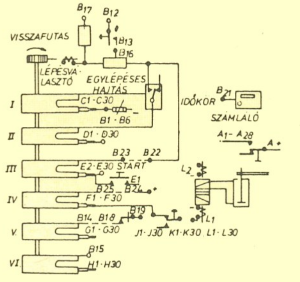
KG TMTI

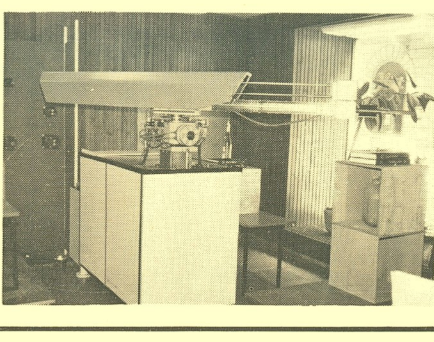
E számunk tartalmából:

Ipari robotok

Pótlólagos automatizálás

Pneumatikus vezérlés





1976
6

AUTOMATIZÁLÁS

IX. ÉVFOLYAM 6. SZÁM

1976. JÚNIUS

KOHÓ- ÉS GÉPIPARI TUDOMÁNYOS
MŰSZAKI TÁJÉKOZTATÓ INTÉZET
MŰSZAKI INFORMÁCIÓS OSZTÁLYÁNAK
SZAKFOLYÓIRATA

Szerkesztőség: 1051 Budapest, Arany János u. 24.
Telefon: 317-549

Eng. III/SZI/108/1976

Megjelenik havonként. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesitőknél, a Posta hirlapüzleteiben és a Posta Központi Hirlap Irodánál (KHI, 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy csekkbefizetési lapon a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési dij: 1 évre 360,-Ft, fél évre 180,-Ft. Készült a KGTMTI Nyomda Főosztályán. Felelős vezető: Haraszti Győző. Müszaki szerkesztő: Novák Ferenc. A rajzokat készitették: Újvári Tiborné és Bornemissza Istvánné. Formátum: A4. Táskaszám: 76.243 Index: 25.114

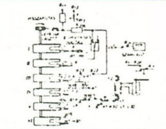
Tartalom

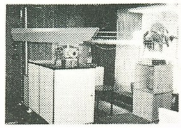
Inhalt

Contents

Содержание

CÍMKÉPÜNK





Címképünk az első magyar pneumatikus vezérlésü ipari robotot és pneumatikus vezérlésü egységet mutatja be, mely az OMFB megbizásából a Finomszerelvénygyárban készült.

CONTENTS

The present article compare the various automation methods of processing machines, emphasizes the advantages of low cost automation and the building of purpose-made machines. On a realized attempt he shows the economy of low cost automation. He is also showing that with the elements used for low cost automation, one can build various purpose-made machines and systems.

The compressed air as an energy carrier has been used in the latest years not only for operating of executing elements, but also in the information processing, mainly because of the ever complicated automatic working machines. The planning of an information processing system can be casily solved with the use of algebraic logics, its realization can be solved with pneumatic logic elements. This contribution gives a survey over the type-variety of pneumatic logic elements. This contribution gives a survey over the type-variety of pneumatic logic elements and gives examples for planning and application.

After the second World War developed such economic situation, in which the automation of small — and middle size series production has led to the use of NC-machines and machining centres. At the same time, it has to be solved the automation of workpiece handling and the positioning work of humans, because these neaded hard physical effort. Nowadays such works are taken over by the industrial robots.

In Hungary there is also an activity of developing various industrial robots. This contribution deals with a pneumatic industrial robot allready developed, and gives also the measured characteristics.

The development of a pneumatic driven industrial robot of domestic design was originated in the year 1974. The present contribution deals with the electric driven version of that robot, closely connected to the article, appearing in this issue, about the pneumatic version. (Talyigás—Uzon: The first Hungarian pneumatic industrial robot.)

The executing element of a pneumatic system, in most of the cases is the working cylinder. Its functioning is determined by flow-technical laws. The alalysis of its working process on the base of gaseous dynamic laws, gives a good base for the proper choosing of the cylinder and for determining of its moving characteristics.

СОДЕРЖАНИЕ

Производительность токарно-давильного станка ручного обслуживания можно увеличить дополнительной автоматизацией разной степени. Увеличением степени автоматизации основной станок можно полностью автоматизировать и этим можно достичь сэкономии численности.

Польной автоматизации можно достичь подачей с помощью манипулятора, но это предоставляет особенные требования к управлению. Управление должно совместить основной станок с манипулятором и кроме условий заводской безопасности удовлетворить и разные режимы.

За последние годы конденсированный воздух - наряду с применением как носителя энергии в приводе органов управления - получает важную роль в обработке информации, вследствие все повишающейся сложности автоматизированных машин. Система обработки информации, ее расчет и реализация просто решается с помощью алгебры логики и пневматических логических элементов. Наряду с описанием выбора пневматических логических элементов статья приводит примеры на их использования, на методы расчета систем.

После второй мировой войны появились также экономические обстоятельства, при которых требования к автоматизации малых и средних серий привели к станкам с числовым управлением и к централизованной обработке. В это же время стало необходимым решить проблему автоматизации позиционирования и передвижения заготовок, требующего часто значительные физические усилия от человека. Обычно промышленные работы выполняют именно такую роль.

В Венгрии проводится разработка промышленных роботов /на Чепельском Заводе Металлообработывающих Станков и на Заводе Тонких Механических Блоков в г. Эгер/. Статья занимается пневматическими промышленными роботами, разработанных на заводе в г. Эгер, а также и измерениями, проведенными над промышленным роботом.

На Заводе Тонких Механических Блоков в г. Эгер началась разработка промышленного робота с пневматическим приводом отечественного производства в 1974-ом году.Статья знакомит читателей с вариантом робота с электрическим управлением.Тема статьи тесно связана со статьей в этом же номере о пневматическом варианте робота. /Тайигаш - Узон: Первый пневматический промышленный робот венгерского производства/.

Чаще всего рабочий орган пневматических систем - рабочий цилиндр. Его работа определяется законами аэродинамики. Анализ рабочего процесса цилиндра на основе законов динамики газов оказывает значительную помощь пользователям в правильном выбора цилиндра, в определении ожидаемых динамических свойств.

GULYÁS ISTVÁN
(FE-Pneumatika Műszaki Iroda)

PÓTLÓLAGOS AUTOMATIZÁLÁS ÉPÍTŐELEMEKKEL

A cikk a megmunkáló gépek különböző automatizálási módszereit hasonlítja össze és kiemeli a pótlólagos automatizálás ill. a célgépépítés előnyeit.

Megvalósított példán keresztül mutatja be a pótlólagos automatizálás gazdaságosságát.

Rámutat arra, hogy a pótlólagos automatizáláshoz használt elemek segítségével különböző kialakítású célgépek, illetve célberendezések is előállíthatók.

ETO: 621.9.06—114
62—112

A megmunkáló folyamatok gépesítése ma már az ipar minden területén befejezettnek mondható. A gépesítés mentesítette az embert attól, hogy szerszámmal közvetlenül munkálja meg az anyagot, de nem mentette fel attól, hogy a gépet közvetlenül irányítsa, hogy a munkát folyamatosan ellenőrizze, tehát a termelésben közvetlenül részt vegyen a gép mellett. A gépesítéssel ugrásszerűen megnőtt a termelékenység, a termelékenység további növelésének azonban a legtöbb esetben a gépesített termelési folyamatot irányító ember az akadálya. A kezelhető gépek száma, a termelési folyamat volumene, sebessége, pontosságának mértéke ugyanis függ az emberi teljesítőképesség korlátaitól.

A termelékenység növelése érdekében tehát tovább kell lépni. A következő lépés az automatizálás, amelynek alapvető sajátossága, hogy az ember mentesül a termelő folyamatban való közvetlen részvételtől. Ez természetesen nem jelenti az embernek a termelési folyamatból való kikapcsolását, csupán szerepének megváltozását. Az automatizálás tehát befejezi azt a fejlesztést, amelynek célja, hogy a termelési folyamat fejlesztése független legyen az ember fizikai lehetőségeinek korlátaitól, megteremtve ezzel a műszaki fejlettségnek egy magasabb fokát.

A termelékenység növelése azt jelenti, hogy egy terméket kevesebb idő alatt lehet előállítani ugyanazzal a termelői létszámmal, vagy ugyanannyi idő alatt, de kevesebb létszámmal, illetve kevesebb idő alatt, kevesebb termelői létszámmal. Ez a meghatározás bizonyos mértékig rámutat az automatizálás műszaki megoldására, annak gazdasági és társadalmi kihatásaira is attól függően, hogy a termelékenység növelésének melyik útját választjuk.

A termelékenység növelésének egyik alapvető eszköze a megmunkálási idő csökkentése, amely a tényleges megmunkáláshoz tartozó főidőre, valamint a megmunkálás feltételeit biztosító mellékidőkre bontható. A főidő csökkentésének azonban határt szab az alkalmazható szerszám, forgácsolási sebesség, a megmunkálandó anyag stb., tehát az alkalmazható technológia. A megmunkálási időt sokkal nagyobb mértékben lehet csökkenteni a mellékidők automatizálásával. Különösen ott jelentős a mellékidők automatizálása, ahol a mellékidők — adagolás, befogás, tájolás — aránya nagy a megmunkálási időhöz viszonyítva. Ezzel elérhető, hogy a gép hasznos munkaidejének részaránya az összes munkaidőhöz képest minél magasabb legyen.

A termelékenység növelése érdekében az automatizálásnak több változata alakult ki. Ezek közül a legismertebbek:

— a különböző elven működő automata gépek, pl. automata esztergák
— a különböző rendeltetésű NC gépek
— komplett gyártósorok
— a különböző elven megépített célgépek
— pótlólagos automatizálással létrehozott termelőberendezések.

Ha a fenti — közel sem teljes — felsorolás egyes pontjait, illetve azok tartalmát összehasonlítjuk, azonnal szembetűnik, hogy mindegyik más és más oldalról közelíti, ill. valósítja meg az automatizálást.

A technika mai állása mellett már minden termelési folyamatot 100%-os automatizáltsági szintre lehetne emelni. Ezt azonban nem minden esetben szabad, mert a tapasztalatok azt mutatják, hogy a termelékenység nem arányosan növekszik az automatizáltság százalékos értékével, és így a termelékenység növelése gazdaságtalanná válna.

Megmunkáló gépek automatizáltságának gazdaságossága

Automatizálni csak gazdaságosan szabad, még akkor is, ha az automatizálásnak nem egyértelműen a termelékenység növelése a célja. Az automatizálás lehetséges műszaki változatainak megválasztása sohasem történhet csak műszaki meggondolások alapján. Az automatizálás bármely módszerét válasszuk

is, igen körültekintően kell elemezni a műszaki, gazdasági, gyártás- és gyártmányszervezési, társadalmi összefüggéseket, a gyártandó darabszámot, a megtérülési időt stb. Ezeket a szempontokat nem célunk itt most részletesen elemezni, a továbbiakban a felsorolt automatizálási módszereknek csupán néhány igen jellemző tulajdonságát vizsgáljuk.

Az automata gépek, pl. egy automata esztergа beszerzési ára magas és azt egyszerre kell kifizetni. A kívánt termék előállítására a gépet fel kell szerszámozni, a vezérlését be kell állítani és mindaddig, amíg egy bizonyos termék gyártásához használjuk, az egyébként egyetemes automata gép egy célgép funkcióját látja el. Más termék előállítására igen nagy átállási időt igényel. Éppen ezért ezek a gépek a tömeggyártás gépei, annak ellenére, hogy általában többet tudnak, mint amire ki is használják őket.

Az NC gépek a kis- és középsorozatok automatizálására fejlődtek ki. Nagyon magas a beszerzési költségük, amelyet ugyancsak egyszerre kell kifizetni. Magas képzettségű kiszolgáló személyzetet igényel. Ez a két jellemző akadályozza jelenleg leginkább elterjedésüket, de legalábbis gazdaságos elterjedésüket.

Komplett gyártósorok beállítása nagyon nagy beruházást igényel. Más termék gyártására vagy nem, vagy csak hosszú átállási idővel lehet használni. E két szempont miatt csak nagy darabszámú, bonyolult termékek esetén lehetnek gazdaságosak.

A célgépesítés hagyományos módszerei ugyancsak a nagysorozatok automatizálásának eszközei. Beszerzésük rendszerint nagy költségkihatással jár és a gépet más termék gyártására átállítani nem lehet, így azok nagyon „merevek". Ezt a merevséget lehet feloldani a célgépeknek elemekből történő építésével.

A pótlólagos automatizálás a termelékenység növelésének egészen új műszaki irányzata. Lényege, hogy a már meglevő gépeinket, berendezéseinket látjuk el utólag hozzájuk illesztett egységekkel, amelyek segítségével a mellékidőket lehet lényegesen csökkenteni és ezzel a termelékenységet növelni. Ebben a meghatározásban benne van, hogy az üzem automatizálása során nem kell költséges új gépeket, hanem csak kiegészítő kisgépeket, agregátorokat és az egész berendezést összefogó vezérlést beszerezni. Ezzel a megoldással mód van arra, hogy mindig csak a leggazdaságosabb mértékig automatizáljuk alapgépeinket. Ezt az automatizálást bármilyen szintig elvégezhetjük, a munkadarab gazdaságos elkészítési módjának figyelembevételével. A rendszer rugalmas, bármikor más termék előállítására átállítható. A kiegészítő elemek beszerzési költsége nem nagy, és ez az összeg sem egyszerre jelentkezik.

Ahhoz, hogy elemekből célgépet tudjunk építeni, és hogy meglevő gépeinket pótlólag tudjuk automatizálni, olyan elemekkel kell rendelkezzünk, amelyeknek egy nagyon fontos közös jellemzőjük van. Szükséges, hogy ezek az elemek távvezérelhetők legyenek, vagyis működésüket valamilyen külső jel hatására kezdjék el, ill. fejezzék be, és a működés befejeztével valamilyen jelet adjanak. Ez a meghatározás általános érvényű és független attól, hogy az illető berendezésnek mi a funkciója, legyen az kereskedelemben kapható „kisgép", vagy pedig elemek csoportja. Ezek szerint, ha egy kiválasztott alapgépre, vagy célgépvázra a fenti követelményt kielégítő egy, vagy több kisgépet felszerelünk és azok saját vezérléseit összekapcsoljuk az alapgép vezérlésével, vagy egy központi vezérlőrendszerrel, olyan automata berendezést építhetünk, amely képes emberi beavatkozás nélkül is üzemelni.

Építőelemek

A célgépek építéséhez, valamint a pótlólagos automatizáláshoz ma már igen sok „építőelem" szerezhető be, amelyek részletes ismertetésére itt most nincs lehetőség, csak közel sem teljes felsorolásukra.

Az egyenesvonalú, lengő-forgó és forgó mozgások megvalósítására rendelkezésünkre állnak a különböző pneumatikus és hidraulikus rendszerek:

- — a pneumatikus és hidropneumatikus befogók, leszorítók, készülékeket működtető elemek
- — a különböző sebességprogramokat megvalósító előtoló berendezések
- — a hidropneumatikus fúró-előtoló és menetező egységek
- — pneumatikus és hidraulikus osztóasztalok
- — a pneumatikus működésű sáv- és szalagelőtolók
- — a különböző méretű „passzív" elemek, azaz a célgépek vázelemei, amelyeket azonban a pótlólagos automatizálásnál is igen célszerű alkalmazni.

A felsorolt elemek segítségével minimális tervezői és kivitelezői ráfordítással lehet alapgépeinket pótlólag automatizálni, vagy célgépeket építeni. Mivel az elemek önálló egységet képeznek, egy-egy termék kifutása után ezeket le lehet szerelni az alapgépről, azt vissza lehet adni a „hagyományos" termelésre, az elemeket pedig új összeállításban más termékek automatizálásánál, vagy más célgép építésénél felhasználhatjuk.

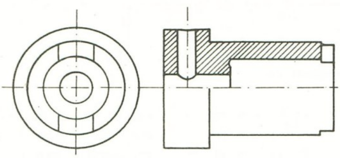
Helyes gyártásszervezéssel így kissorozatok

automatizálása is gazdaságosan, viszonylag kis termelőeszköz lekötéssel megoldható.

A továbbiakban nézzünk meg egy-egy gyakorlati példát.

Pótlólagos automatizálás

Az *1. ábrán* látható alkatrészt kell gyártani. Nagy sorozat esetén az esztergályos műveleteket csak revolveresztergára szabad tervezni, amelyen a darabidő 45 s. Így műszakonként 640 db-ot lehet gyártani. A merőleges furatot asztali fúrógépen készülékbe fogva fúrják, majd a hornyot egy kis teljesítményű marógépen munkálják ki. A három dolgozót folyamatosan egy anyagmozgató szolgálja ki. Mivel az esztergályos művelet a leghosszabb, így műszakonként 640 db készül el 1 revolvereszterga, 1 asztali fúrógép, 1 marógép lekötésével és 4 dolgozó foglalkoztatásával.



1. ábra: Pótlólagos automatizálással készítendő alkatrész

A lekötött gépek értéke kb. 330 000 Ft és rezsi órabérrel számolva 2,5 Ft/db bérköltség jelentkezik.

Amennyiben az esztergályos műveleteket automata esztergára tervezzük, úgy műszakonként 1152 db készülhet el. Ezt a darabszámot azonban a gépi főidők miatt sem a fúrással, sem a marással nem lehet követni, csak párhuzamosan két-két gép beállításával. A darabszám növekedése nem állna arányban a megnövekedett termelői létszámmal, így ez az út nem járható.

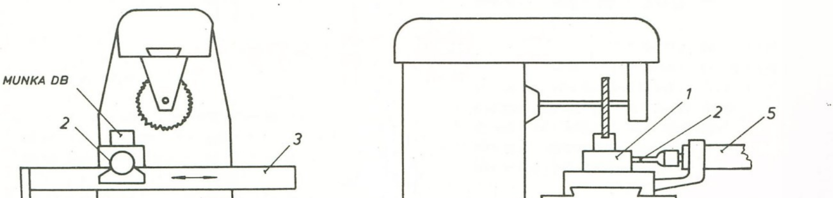
A további műveletek automatizálásának egyik járható útját a *2. ábra* mutatja. A már meglevő marógép 3 keresztszánjára van felszerelve a 2 befogókészülék. A 3 szánt a 4 henger mozgatja gyorsjárat utáni előtoló mozgással a maró alatt. A marás ideje alatt „művelet összevonással" a szánra szerelt hidropneumatikus 5 fúró-előtoló a furatot is kifúrja. A mellékidők további csökkentése érdekében a marógépet automatikus adagolóval is el kell látni.

Ennél a megoldásnál egy dolgozó kiszolgálja a két gépet, így 0,34 Ft/db a munkabérhányad.

A lekötött termelőgépek összértéke jelen esetben 740 000 Ft, ahol figyelembe vettük az automata esztergát, a pótlólag adagolóval is ellátott marógépet, annak vezérlésével együtt.

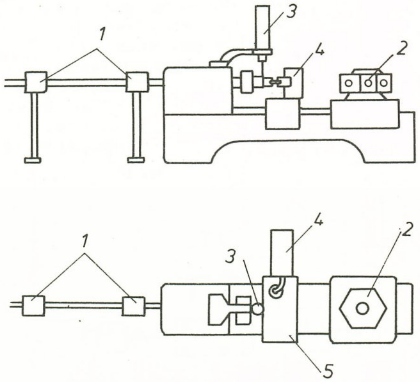
Ez az előző módszerhez viszonyítva termelékenyebb, de költségesebb gyártási eljárás a munkabér-megtakarítás alapján 190 000 db esetében fizetődik ki.

A pórlólagos automatizálás második változatát vázlatosan a *3. ábra* mutatja. Az eredetileg is meglevő revolveresztergán annak minden mozgását — melyet eddig az esztergályos végzett — pótlólag pneumatikusan automatizáltuk. (Ezek a berendezések a rajzon nincsenek feltüntetve.) A gépet még kiegészítjük az 1 rúdadagolóval is. A 2 tornyot és 5 keresztszánt fel kell szerszámozni, mintha automatizálás nélkül készülnének a mun-



2. ábra: Pótlólagosan automatizált egyetemes marógép. 1. munkadarab; 2. befogókészülék; 3. szán; 4. működtető henger; 5. hidro-pneumatikus fúró-előtolóegység

kadarabok. A keresztszánra azonban fel kell szerelni egy 4 előtoló berendezést, amely a munkadarab elkészülte és az orsó megállása után előtolja a marótárcsát, de ezzel egyidőben az orsóházra felszerelt 3 fúróelőtoló a furatot is kifúrja. Amint a 4 előtoló és 3 fúró visszafut kiinduló helyzetébe, az orsó újra megindul és a keresztszán a kész munkadarabot leszúrja.



3. ábra: 1. rúdadagoló berendezés; 2. revolver-torony; 3. hidro-pneumatikus fúró-előtolóegység; 4. hidro-pneumatikus előtolóegység; 5. keresztszán

Ezzel a megoldással a revolvereszterga, mint alapgép teljesen automatikusan működik, azt egy ember ki tudja szolgálni, de emellett még egy másikat is.

A darabidő 40 másodperc, ami műszakonként 720 darabot eredményez. A darabonkénti munkabér 0,28 Ft.

A termelőberendezések összértéke megegyezik az első megoldásével, azaz 330 000 Ft. Tehát a viszonyítási alaphoz képest nem igényel nagyobb beruházást, de darabonként 2,22 Ft munkabér-megtakarítást eredményezett.

A példából jól látható, hogy a pótlólagos automatizálás megkezdése előtt célszerű több változatot kidolgozni és ezek közül a legkedvezőbbet megvalósítani. Ebben az esetben a revolvereszterga kiegészítő automatizálása látszik a célravezetőbbnek annak ellenére, hogy termelékenysége kisebb, mintha automata esztergával és kiegészített maróval dolgoznánk. Amennyiben ugyanis nagyobb darabszámú termékre van szükség, a gép több műszakban is dolgozhat, vagy két azonos berendezést alakíthatunk ki.

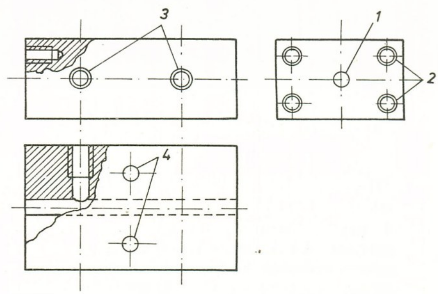
Az *1. ábrán* bemutatott alkatrész gyártására természetesen a két példa közel sem merítette ki a lehetséges változatok sokaságát. Kialakítása még közepes sorozatnagyság esetén is kifizetődik, mert amint a termék kifutott, az eredeti állapot visszaállítható, illetve más gép, esetleg egy célgép is kialakítható.

Hasonlóan a pótlólagos automatizáláshoz, az elemekből összeállítható célgép kialakítására is több változatot célszerű kidolgozni, azok gazdasági mutatóival együtt. A továbbiakban célgép építésére is kövessünk végig egy példát.

Célgépépítés

A *4. ábrán* látható alkatrészre több furatot, közöttük több menetes furatot kell kialakítani. A gyártás automatizálására több műszaki változat jöhet számításba és mindegyikhez egy-egy gazdasági számítás is kapcsolódik. A gazdasági számítás azonban akkor reális, ha az automatizálás előtti maximálisan gépesített készülékezett termelési módhoz viszonyítjuk.

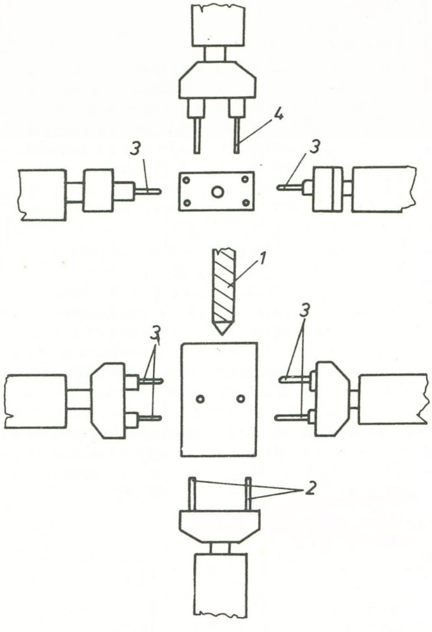
Jelen esetben a viszonyítási alapként elfogadható termelési mód az, amikor a furatokat egy- és kétorsós fúrófejjel felszerelt asztali fúrógépeken végzik, a munkadarabokat készülékbe fogják és a fúrógépeket technológiai sorba állítják. Ebben az esetben a darabidőt az 1 jelű furat leghosszabb gépi főideje és a munkadarab cseréjéhez szükséges mellékidő összege adja. Így műszakonként 480 db készíthető el, hat gépkezelő és egy anyagmozgató beállításával. A darabonkénti munkabér így 5,83 Ft értéket ad. A termelő gépek és készülékek értéke 100 000 Ft.



4. ábra: A célgépen megmunkálandó alkatrész

Az *5. ábra* az automatizált termelésre alkalmas célkészüléket mutat. A munkadarabokat készülékbe fogva, a készülék köré felszerelt hidropneumatikus fúró-előtoló egységek fúrják ki a furatokat. Először az 1 jelű furatot kell elkészíteni, majd mikor ez a fú-

ró visszaáll alaphelyzetébe, azonos gépi időben egyszerre fúrja a 2, 3 és 4 furatokat. Ezután egy hasonló készülékbe kell a munkadarabot elhelyezni, amelynek elrendezése azonos a fúróéval, csak az 1 furathoz nem tartozik menetezőegység. A fúrás gépi főideje 35 s, így ezalatt a gép kezelője ki tudja szolgálni a menetező berendezést is. Így műszakonként egy termelő munkás 822 db-ot gyárt, egy kiszolgáló anyagmozgató segédletével. Ez az *I. műszaki változat.*



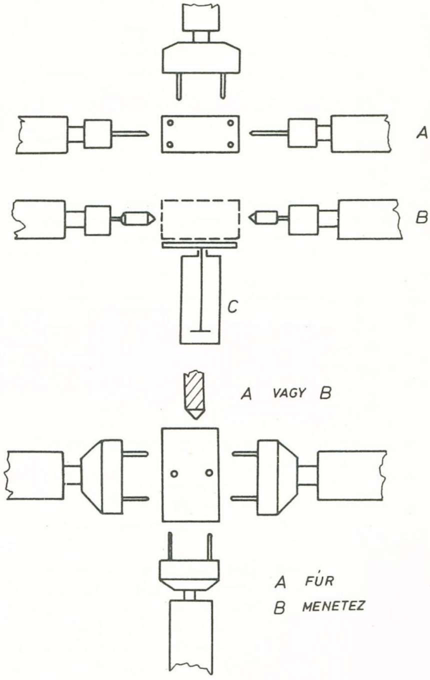
5. ábra: A célkészülék elrendezési vázlata

A *II. változat*ot a *6. ábra* mutatja. Ennél a megoldásnál a munkadarabot befogó készüléket egy C hengerrel függőleges irányban mozgatjuk. Az A szinten helyezzük el az összes fúró-előtolót a furatok elkészítésére, a B szinten a menetezőket. Ezzel a megoldással a készülékváltás mellékidejét lehet nagymértékben lecsökkenteni. Ezzel viszont a gép bonyolultsága növekedett meg, a költségkihatásaival, valamint a tervezésre és kivitelezésre szükséges idővel együtt.

Felmerülhet a kérdés, hogy az alkatrész négy 2-es jelű furatát hogyan lehet egy pozícióban kifúrni? Erre a gyakorlatban két megoldás alakult ki, és újból a gazdaságosság dönti el, mikor melyik módszert célszerű alkalmazni.

Az egyik megoldás, amikor négyorsós fúrófejjel szerelik fel a fúró-előtoló egységet. Ez a megoldás a gépi időt felére csökkenti, viszont költséges, valamint „merev”, mert esetleges méretátállást nem tesz lehetővé. Ezért ezt a megoldást elsősorban nagy sorozatoknál célszerű alkalmazni.

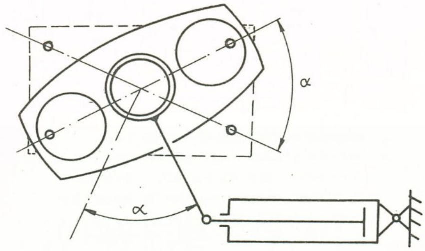
A másik megoldási lehetőséget a *7. ábra* mutatja, ahol a fúró-előtoló egységet a kereskedelemben kapható kétorsós fúrófejjel látjuk el. Az így szerelt megmunkáló egységet az első két furat kifúrása után a C hengerrel elfordítjuk a másik két furat fúrásához. A gépi főidők egymást követik, köztük van az átállás mellékideje. Kétségtelen, hogy több tervezői és egyedi kivitelezői munkaráfordítást igényel.



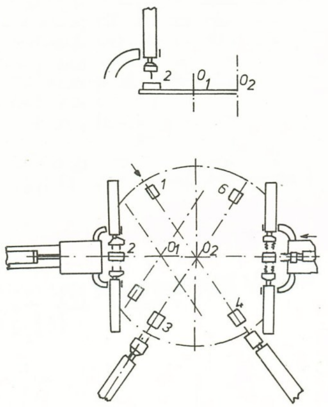
6. ábra: Kétmunkahelyes célgép elrendezési vázlata

Az automatizálás *III. változata* a *8. ábrán* látható. Lényege, hogy a már eddig is számításba vett megmunkáló egységeket egy köraszttal köré helyezzük el. Ezzel minimálisra csök-

kenthetjük a mellékidőket, és mert a megmunkálások párhuzamosan történnek, a darabidőt — kis mellékidő-ráhatással — a leghosszabb gépi főidő határozza meg. Ebben az esetben a körasztalos célgépet egy munkás szolgálja ki, 35 másodperces darabidővel, így műszakonként 833 db-ot lehet gyártani. A munkadarabot az 1-es helyen kell a készülékbe helyezni, a 2-es, 3-as és 4-es helyeken történik a fúrás, majd az 5-ös helyen a menetezés, míg a 6-os helyen a kész munkadarab eltávolítása.



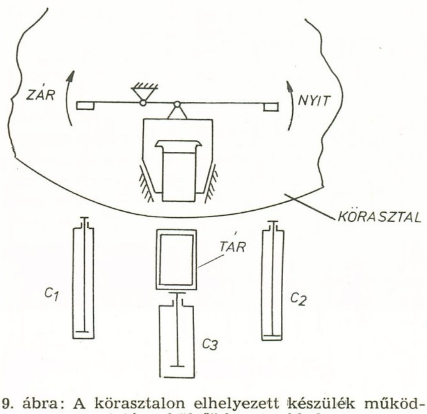
7. ábra: Kétorsós fúrófejjel történő négy furat fúrása



8. ábra: Körasztalos célgép elrendezési vázlata

A gép csak akkor automatikus, ha a munkadarabokat befogó készülék is automatikusan működik. Nem mindegy azonban, hogy ezt milyen költségkihatással valósítjuk meg. Jelen esetben hat készülékre van szükség, így hat működtető hengerre is. Ez azonban azt jelenti, hogy további hat vezérlőszelepre, valamint legalább hatcsatornás forgócsatlakozóra is szükség van, amelyen át az asztalon forgó készülékeket ellátjuk működtető levegővel. Ilyen forgócsatlakozót azonban nem forgalmaznak, azt egyedileg kell megtervezni és legyártani. A készülék megfelelő — jelen esetben önzáró — kialakításával meg lehet azonban ezt a kérdést kerülni, amint azt a *9. ábra* mutatja. A körasztalra szerelt önzáró készüléket kétkarú emelővel működtetjük, a körasztal kerülete mentén a megfelelő helyre felszerelt C_1 és C_2 hengerekkel. A beadagolás után, amit a C_3 végez, a C_1 pozitív mozgásával a készüléket bezárja, majd a megmunkálás után a készüléket a C_2 nyitja. Ezzel a megoldással meg lehet takarítani a készülékeket működtető elemeket, a forgócsatlakozót, mert minden készüléket ugyanaz a két henger zár, illetve nyit.

A *IV. változat* műszakilag megegyezik a III.-kal, csak a gép automatikus adagolóval ellátott. Így a gép már egyáltalán nem igényel kezelőt, csak az anyagmozgatónak kell néha a tárat feltöltenie és a kész munkadarabokat elszállítania. Ebben az esetben a gép bonyolultsága és természetesen a beszerzési költsége is tovább növekszik.



9. ábra: A körasztalon elhelyezett készülék működtetése „külső" hengerekkel

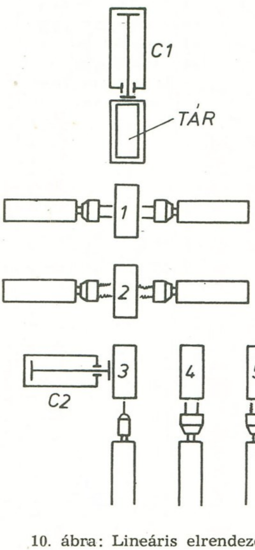
Végül az *V. változat* elrendezését a *10. ábra* mutatja, ahol a munkadarabokat „vándor" készülékbe fogják, és szakaszosan egyenesvonalú pályán továbbítják az egyes megmunkálási helyekre. Ez a megoldás nem kimondottan az elemekből való célgép építésének útja, mert az ilyen lineáris továbbítású célgéphez csak a megmunkáló egységeket lehet kereskedelmi elemként beszerezni, a továbbító, vezető, tájoló és befogó egységeket meg kell tervezni és le kell gyártani. Mint látni fogjuk, ezt a változatot is érdemes szá-

mításba venni. Az ábrán a 6-os és 7-es pozíciókat feltételesen tüntettük fel. Amennyiben a 2 jelű furatokat kétorsós fúrófejekkel fúrjuk, úgy mind a 7 pozícióra szükség van, ha négyorsóssal, úgy csak az 5-ös pozícióig kell kihasználni.

Az öt műszaki változathoz tartozó gazdasági számítások eredményeit táblázatos formában célszerű összefoglalni a könnyebb összehasonlíthatóság, és az optimális változat kiválasztása érdekében *(1. táblázat).*

1. táblázat

	Viszonyitási alap	I.	II.	III.	IV.	V.
Db/müszerek	480	822	523	833	850	850
Rezsi órabér Ft/db	5,82	0,73	1,14	0,48	0,2	0,24
M.bér megtakaritás Ft/db	-	5,1	4,69	5,35	5,59	5,59
Beruházott összeg	100.000	634.000	642.000	1.052.000	1.110.000	812.000
Megtérülési db-szám	-	104.705	136.886	196.635	198.568	145.159



10. ábra: Lineáris elrendezésű célgép vázlata

A táblázat csupán a legfontosabb gazdasági adatokat tartalmazza, de ezekből is levonható néhány figyelemre méltó következtetés:

— nem minden esetben az a megoldás a leggazdaságosabb, amely a legnagyobb munkabér-megtakarítást eredményezi,
— a teljesen automatizált termelési mód nem növeli a beruházási költségekkel arányosan a termelékenységet. Jelen esetben az I. változat két célberendezése alig termel kevesebbet, mint a teljesen automatizált IV. változat, bár beszerzési költsége majdnem kétszeres. Ez a megtérülési darabszámból is kitűnik.

A táblázat azonban nem számol még néhány nagyon fontos tényezővel. Ez pedig a különböző műszaki változatok előállításához szükséges időtartam, amely tartalmazza a tervezéshez és kivitelezéshez szükséges időt:

— egy kiválasztott változat annál hamarabb kezdi visszafizetni önmagát, minél hamarabb belép a termelésbe
— egy ma elhatározott berendezés kivitelezése kevesebbe kerül, mint pl. egy évvel később.

A fenti két szempont a táblázat adatai alapján a döntést, ill. választást módosíthatja. Állítsuk szembe pl. a IV. és V. változatot. Bár az V. változat kivitelezése lényegesen kevesebbe kerül, de lényegesen több, majdnem háromszoros tervezési és kivitelezési időt igényel. Az építőelemekből összeállított célgépeknek tehát éppen az a felbecsülhetetlen előnyük, hogy alkalmazásukkal gyorsan és rugalmasan lehet követni a gyorsan változó piaci igényeket, a legkorszerűbb termelési móddal.

● ● ●

CSERNYÁNSZKY IMRE
(Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskola)

AUTOMATIZÁLÁS NAGYNYOMÁSÚ PNEUMATIKUS LOGIKAI ELEMEKKEL

Az utóbbi években a sűrített levegő, mint energiahordozó — az automatizált gépek növekvő bonyolultsága miatt — a végrehajtószervek működtetésén túlmenően az információfeldolgozásban is helyet kapott. Az információfeldolgozó-rendszer tervezése logikai algebrával, realizálása pneumatikus logikai elemek alkalmazásával egyszerűen megoldható. A cikk pneumatikus logikai elemek típusválasztékának ismertetése mellett példákat mutat be azok alkalmazására, valamint a tervezés módszereire.

ETO: 681.523.5
681.518

A nagynyomású pneumatikus logikai elemek létjogosultsága

A nagynyomású pneumatikát hosszú évek óta alkalmazzák az ipar majd minden területén. Az automatizált gépeken, berendezéseken ma már a beavatkozó, végrehajtó szerveken túlmenően az irányító elemek is pneumatikus működtetésűek.

A szakembernek a múltban lényegében csak az általa tervezett, megépített vagy kezelt gép és berendezés mechanikus működéséről kellett gondoskodnia. Jelenleg és a jövőben mindinkább olyan feladatok is megoldásra várnak a berendezések növekvő bonyolultsága miatt, mint az információfeldolgozás folyamatának tervezése, a kísérleti működtetés és az ellenőrzés.

A vezérlés tervezése egyszerűbb berendezések esetében intuitív módszerrel elvégezhető volt. A növekvő bonyolultság változásokat hozott ezen a területen is. Helyet kapott a pneumatikus automatikák tervezésekor a villamos berendezéseknél már régen alkalmazott és jól bevált logikai matematika, a BOOLE algebra segítségével történő rendszertervezés. A kapcsolási feladat realizálása általában megoldható hagyományos nagynyomású pneumatikus elemekkel (*1. táblázat*). Alkalmazásuk azonban az információ feldolgozásában nem terjedt el, méreteik és ebből származó nehézkes kezelhetőségük és nem utolsósorban magas költségük miatt.

A gyártó cégek ezért olyan építőelemek kialakítását, fejlesztését kezdték el a közelmúltban, amelyekkel a kívánt összetett vezérlési feladatok is megoldhatók, az elemi, vagy összetett logikai függvények egyszerűen realizálhatók. Ezek az építőelemek a pneumatikus logikai elemek. Fejlesztésüket indokolta az, hogy pneumatikus elemekkel felszerelt gépek, berendezések esetében célszerű az információfeldolgozást is pneumatikusan végezni.

A célszerűséget az adott energiahordozó, annak előnyei, valamint a pneumatikus logikai elemek egyszerű kezelhetősége, megbízható és könnyen érthető működése alátámasztja.

A nagynyomású logikai elemek típusválasztéka

A logikai elemek különböző nyomástartományokban készülnek. A nagynyomású pneumatikus logikai elemek fő előnye abban rejlik, hogy a vezérléstől kapott jel kis méretek esetén teljesítményerősítés nélkül is általában felhasználható a végrehajtószerv működtetésére.

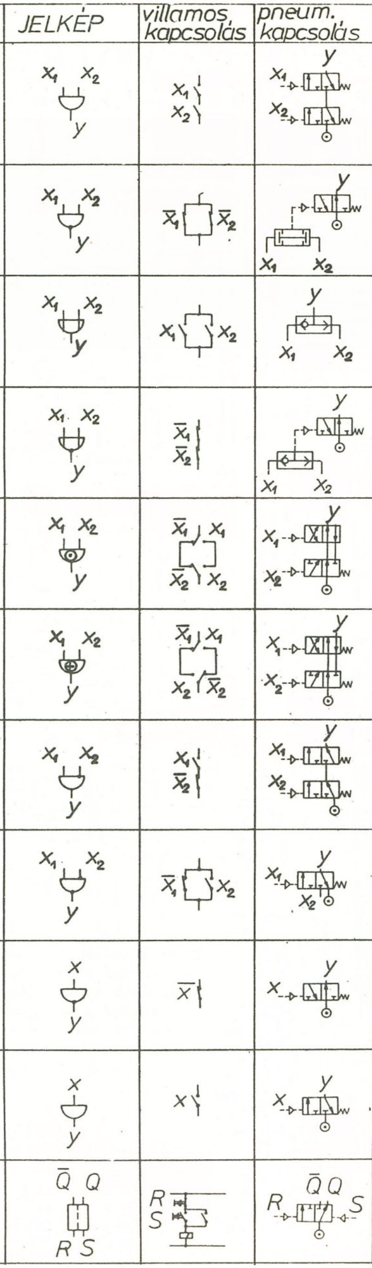
A nagy nyomással működtetett pneumatikus logikai rendszerek mind felépítésük, mind működésük szempontjából nagyon sokféle megoldásúak lehetnek.

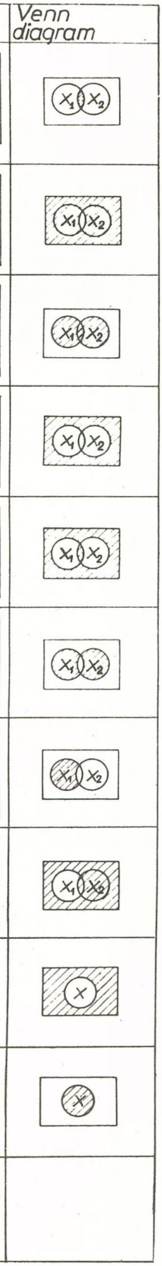
Ebből adódóan csak általános érvényű kijelentéseket lehet tenni ezek jellemzőiről.

- A nagynyomású pneumatikus logikai elemek jelszintje általában a 2—8 bar nyomástartományban helyezkedik el, néhány gyártmány megenged 1 bar értékű minimális jelszintet, néhány pedig 16 bar maximális nyomást.
- A különböző rendszerek névleges mérete 1,5 és 4 mm tartományban változik.
- Néhány rendszer csak egyetlen univerzális elemmel működik, néhány minden logikai funkcióra külön elemmel rendelkezik, megint más gyártmányok kiegészítő részek felszerelésével egyszerű logikai funkciók helyett magasabb logikai tartalmú feladatok megoldására is alkalmassá tehetők.
- Egyes gyártmányoknál konzekvensen és kizárólagosan csak alaplap szereléssel, másoknál pedig vegyes technikával (alaplap és egyedi csövek) építik fel a berendezéseket. Az egyedi csővel történő szerelés ma már alig szokásos.

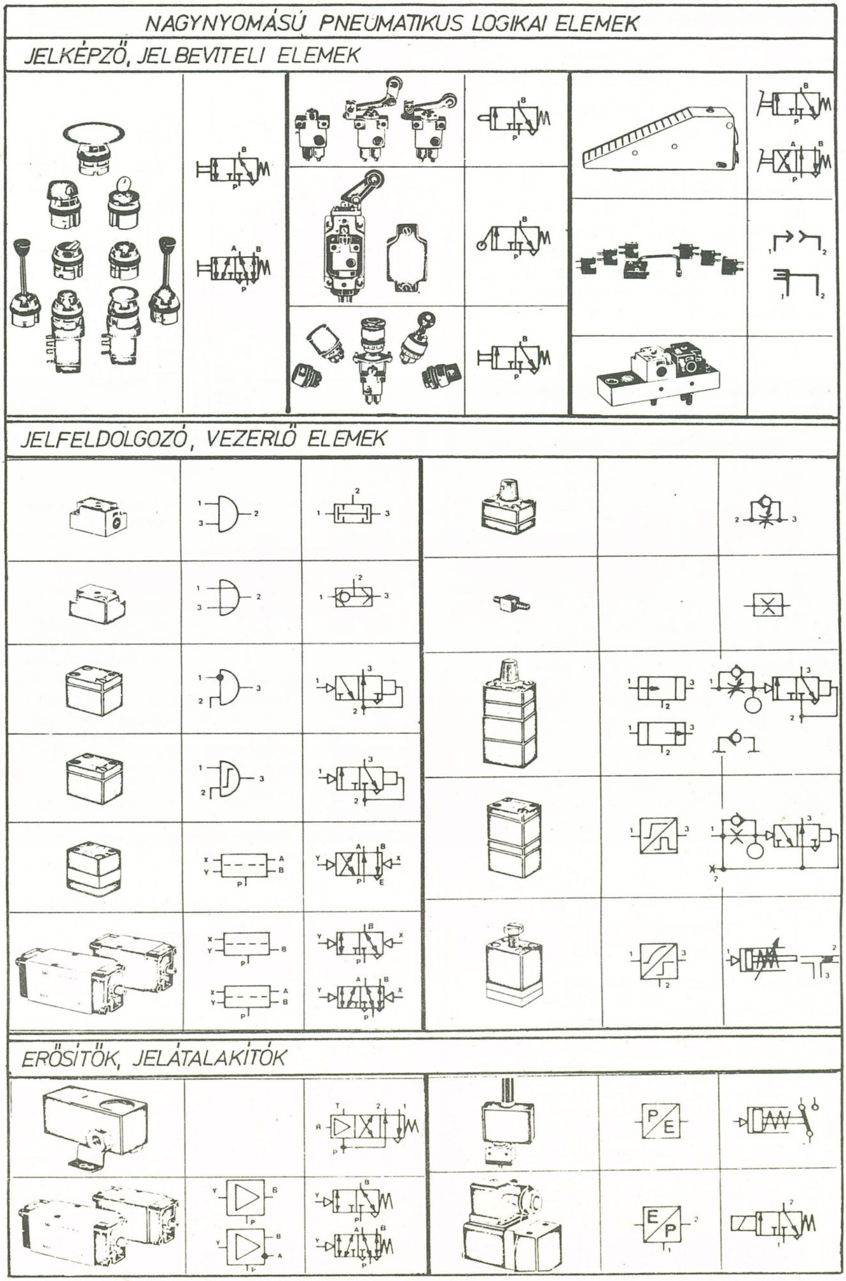
1. táblázat: Logikai alapáramkörök realizálása

NÉV	Igazságtábla
ÉS Konjukció	x_1 x_2 y: O O O O L O L O O L L L
NAND	x_1 x_2 y: O O L O L L L O L L L O
VAGY Diszjunkció	x_1 x_2 y: O O O O L L L O L L L L
NOR	x_1 x_2 y: O O L O L O L O O L L O
Ekvivalencia	x_1 x_2 y: O O L O L O L O O L L L
Antivalencia	x_1 x_2 y: O O O O L L L O L L L O
Inhibició	x_1 x_2 y: O O O O L O L O L L L O
Implikáció	x_1 x_2 y: O O L O L L L O O L L L
Negáció	x y: O L L O
Indenitás	x y: O O L L
TÁROLÓ	





2. táblázat: Nagynyomású pneumatikus logikai elemek



A Leibfried-cég által kifejlesztett nagynyomású logikai elemcsaládot és annak perifériáit a *2. táblázat* tartalmazza.

A rendszer jellemző paraméterei:

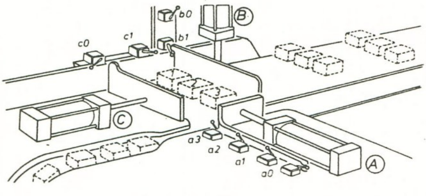
— nyomástartomány 1—10 bar
— névleges méret: 3 mm
— alaplapos és egyedi szereléshez alkalmas kivitelben készül.

Alkalmazás és tervezési módszer

Az alkalmazás és a tervezési módszer egy célberendezés, valamint egy pótlólagosan automatizált szerszámgép nagynyomású pneumatikus logikai elemekkel történő vezérlésének bemutatásával szemléltethető a legegyszerűbben.

Munkadarabrendező és továbbító berendezés vezérlés

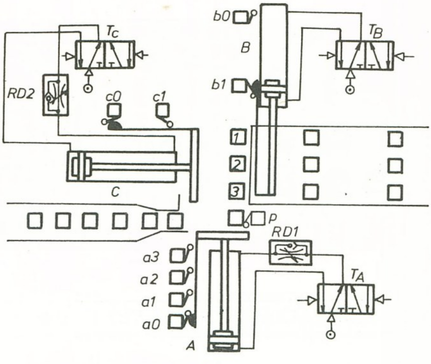
A munkadarab-rendező és továbbító berendezés kialakítását az *1. ábra* tartalmazza. Futószalagon sorban egymás után, egymástól meghatározott távolságra elhelyezett munkadarabok érkeznek. Az A munkahenger dugattyúja — megfelelő mozgással — a sorban érkező darabokat átrendezi úgy, hogy azokból egymás mellett az ábrán vázolt módon három helyezkedjen el. Az átrendezés befejezésekor a C munkahenger dugattyúmozgása egy másik futószalagra továbbítja a munkadarabokat. A darabok pontos rendezését a



1. ábra: Munkarendező és továbbító berendezés

B munkahenger dugattyújára szerelt reteszelőlap segíti elő. A *2. ábrán* feltüntetett elvi működési vázlat a végrehajtószervek ábrázolásán túlmenően a beavatkozószerveket (állítható átömlő keresztmetszetű fojtó-visszacsapószelep, vezérlőszelep) is tartalmazza. Az ábrának megfelelően a dugattyúmozgásokat a T_A, T_B, T_C szelepek vezérlik. Az A és C munkahengerek dugattyúinak 0—1 irányú mozgását az egyenletes munkadarab-továbbítás érdekében sebességvezérelni kell. A sebességvezérlés lehetőségét a beépített RD1 és RD2 fojtó-visszacsapószelepek biztosítják.

Az elvi működési vázlat a helyzetkapcsolókat hozzárendeli a megfelelő dugattyúmozgásokhoz, amelyek ismeretében a vezérlési út—idő diagramja ábrázolható és megállapítható a kapcsolók állapotkódja is.



2. ábra: Munkarendező és továbbító berendezés elvi működési vázlata

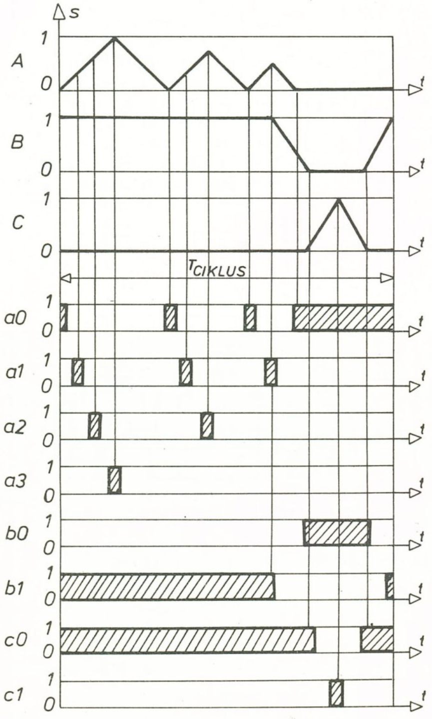
Az út—idő diagramot a *3. ábra* mutatja be. Az ábra a helyzetkapcsolók állapotkódját is tartalmazza, ahol a működtetett állapot 1, az alaphelyzet 0 kódjelű. Az ábra alapján felépíthető a vezérlés Carnaugh-diagramja. A Carnaugh-diagram kialakításánál figyelembe kell venni, hogy — mint ahogyan ez a helyzetkapcsolók állapotkódolásából is kitűnik — az a_1 és a_2 helyzetkapcsolók speciális kialakításúak. Csak a dugattyú 0—1 mozgásiránya esetén adnak kimenőjelet.

Az út—idő diagram, valamint a helyzetkapcsolók állapotkódja ismeretében felépített Carnaugh-diagramot a *4. ábra* tartalmazza. A diagram szerkesztését az ismert elvek alapján a bal felső mezőben kell kezdeni. A jelfolyam irányát és helyét a mozgássorrendhez rendelt helyzetkapcsoló működtetések határozzák meg, melyek a következők:

A 0—1 (a_0—a_3)
A 1—0 (a_3—a_0)
A 0—1 (a_0—a_2)
A 1—0 (a_2—a_0)
A 0—1 (a_0—a_1)
A 1—0 (a_1—a_0)
B 1—0 (b_1—b_0)
C 0—1 (c_0—c_1)
C 1—0 (c_1—c_0)
B 0—1 (b_0—b_1)

A Carnaugh-diagram kitöltési szabályait, valamint a lehetséges összevonásokat, egyszerűsítési lehetőségeket a hivatkozott iroda-

lom részletesen tárgyalja, ezek ismertetése itt nem indokolt.



3. ábra: Munkadarab-rendező és -továbbító berendezés működésének út—idő diagramja és a helyzetkapcsolók állapotkódja

A Carnaugh-diagramból az összevonási lehetőségek következetes alkalmazásával meghatározhatók a mozgások, a tárolók vezérlési egyenleteinek legegyszerűbb alakjai. Ez realizáláskor egyben a minimális elemfelhasználást is jelenti.

Vezérlési egyenletek:

$A\ 0—1 = A1 = p \cdot (b_1 \cdot \bar{Q}1 \cdot \bar{Q}2 + a_0 \cdot Q1)$

$A\ 1—0 = A0 = Q1 \cdot a_3 + Q2 \cdot (a_2 + \bar{Q}1)$

$B\ 0—1 = B1 = c_0 \cdot \bar{Q}2$

$B\ 1—0 = B0 = \bar{Q}1 \cdot Q2$

$C\ 0—1 = C1 = a_0 \cdot b_0 \cdot Q2$

$C\ 1—0 = C0 = \bar{Q}2$

Tárolók vezérlési egyenletei:

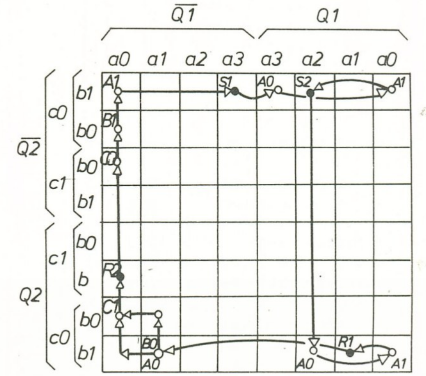
$S1 = a_3$

$R1 = a_1 \cdot Q2$

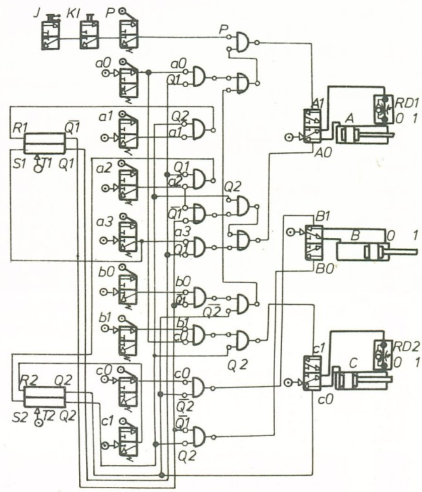
$S2 = a_2 \cdot Q1$

$R2 = c_1$

A vezérlési egyenletek és a tárolók vezérlésének ismeretében elkészíthető a rendszer kapcsolási rajza. A leírtaknak megfelelő vezérlés kapcsolási kialakítását az *5. ábra* tartalmazza.



4. ábra: A vezérlés Carnaugh-diagramja



5. ábra: Munkadarab-rendező és -továbbító berendezés vezérlésének kapcsolási rajza

A rendszer táplevegővel való ellátását a „J" villamos távvezérlésű szelep biztosítja. A ciklus indítása a KI kapcsoló működtetésével történik. A munkadarabok érkezését és egyben jelenlétét a „p" helyzetkapcsoló érzékeli.

Amennyiben a szalag működik, de munkadarabot nem szállít, a rendezés folyamata nem kezdődik meg, mivel a „p" helyzetkapcsoló az „A" munkahenger dugattyújának 0—1 irányú mozgását is vezérli.

A kapcsolás realizálásához háromféle nagynyomású logikai elem szükséges:

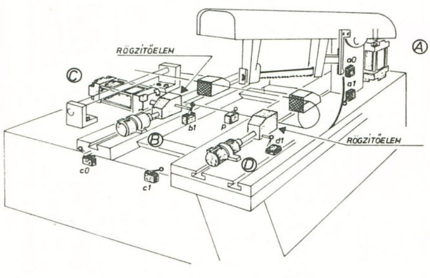
ÉS kapu 12 db

VAGY kapu 3 db

TÁROLÓ 2 db

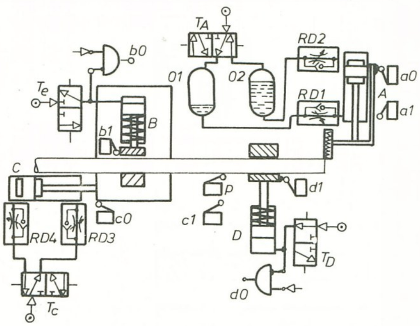
Pótlólagosan automatizált fűrészgép vezérlése

A pótlólagosan automatizált fűrészgép kialakítását a *6. ábra* ismerteti. A gép folyamatos működéssel, adott hosszúságú acélcsőből, előre meghatározható, ütközőkkel beállítható hosszúságú munkadarabokat darabol fokozatmentesen állítható gépi előtolással. Az adagolómozgást szánrendszer közbeiktatásával a C munkahenger dugattyújának 0—1 irányú mozgása végzi. Az adagolás mértéke (az adagolt darabok hosszmérete) a c_1 ütköző helyzetkapcsoló beépítési helyének változtatásával meghatározható. A munkadarab rögzítését az adagolás során a „B" munkahenger dugattyúmozgása biztosítja. A megmunkálás alatti megfogást a „D" munkahenger dugattyúja végzi. A fokozatmentes előtolásérték az „A" hidropneumatikus működtetésű munkahenger dugattyúmozgásának sebességvezérlésével biztosítható. A „p" helyzetkapcsoló feladata a munkadarab érzékelése.



6. ábra: Pótlólagosan automatizált fűrészgép kialakítása

A berendezés elvi működési vázlata a *7. ábrán* látható. A vázlat az előbbiekhez hasonlóan a beavatkozószerveket is feltünteti a végrehajtószervek ábrázolása mellett. Az ábráról megállapítható, hogy az adagolást végző „C" munkahenger dugattyúmozgása az adagolási idő állíthatósága céljából sebességvezérelt. Az egyszerű feladat ellátásához elegendő, ha a rögzítést végző munkahengerek csak egyszeres működtetésű, rugós alaphelyzet-biztosítású kialakítással készülnek. Az előtolómozgás nagymértékű terhelésfüggését (csak pneumatikus munkahenger alkalmazása) hidropneumatikus rendszer beépítésével csökkentjük. A fokozatmentes előtolómozgás beállításának lehetőségét az RD1 fojtó-visszacsapószelep változtatható átömlőkeresztmetszetű fojtása biztosítja. Az egyoldali működtetésű, rugós helyzetbiztosítású munkahengerek dugattyúinak alaphelyzetét helyzetkapcsolók helyett inhibitáló elemek érzékelik. Helyzetkapcsolók alkalmazása ebben az esetben (figyelembe véve az adott típusú munkahengerek viszonylag kis lökethosszát) kedvezőtlen. Az elvi működési vázlat a helyzetkapcsolók dugattyúmozgásokhoz történő hozzárendelését is tartalmazza.



7. ábra: Pótlólagosan automatizált fűrészgép elvi működési vázlata

A helyzetkapcsoló-elrendezés ismeretében elkészített út—idő diagramot és a kapcsolók állapotkódját a *8. ábra* szemlélteti.

A vezérlés Carnaugh-diagramjának elkészítése előtt célszerű felvenni a vezérlés folyamatábráját. Az út—idő diagram felhasználásával kialakított folyamatábrát a *9. ábra* mutatja. A folyamatábra tartalmazza a mozgássorrendhez rendelt helyzetkapcsoló működtetéseket is, melyek a kapcsolók állapotkódjából kiolvashatók. Az ábrán az egyes mozgásirányokat a körökben levő betű- és számjelek azonosítják, a jelfolyam irányát nyilak jelzik. Párhuzamos mozgásoknál a folyamatábra elágazik (pl. A1 és C0 esetében).

A folyamatábra segítségével egyszerűen megszerkeszthető a vezérlés Carnaugh-diagramja a táblázatnak a folyamatábra alapján való lépésről lépésre történő kitöltésével.

A Carnaugh-diagram kialakítását a *10. ábra* mutatja. A diagram ismeretében az egy-

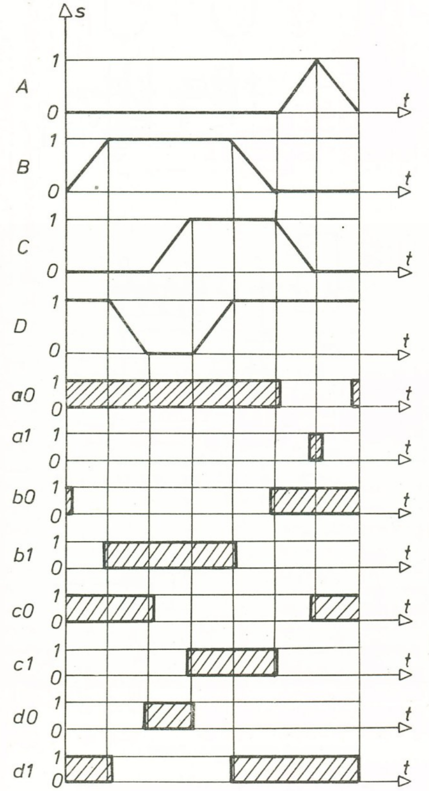
szerűsített vezérlési egyenletek meghatározhatók.

A vezérlési egyenletek:

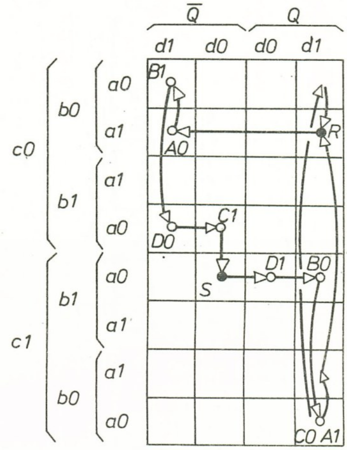
A 0—1 = $A1 = b_0 \cdot Q$
A 1—0 = $A0 = \bar{Q}$
B 0—1 = $B1 = d_1 \cdot a_0 \cdot p$
B 1—0 = $B0 = d_1 \cdot Q$
C 0—1 = $C1 = \bar{Q} \cdot d_0$
C 1—0 = $C0 = b_0 \cdot Q$
D 0—1 = $D1 = Q + N1$
D 1—0 = $D0 = \bar{Q} \cdot b_1 \cdot N2$

A tároló vezérlése:

$S = c_1$
$R = c_0\ a_1$



8. ábra: A pótlólagosan automatizált fűrészgép működésének út—idő diagramja és a helyzetkapcsolók állapotkódja



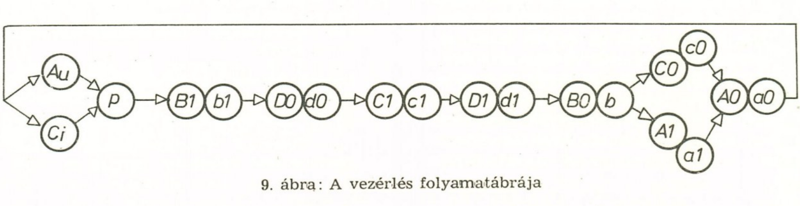
10. ábra: A vezérlés Carnaugh-diagramja

A vezérlési egyenletek és a tároló vezérlésének ismeretében elkészített kapcsolási rajzot a *11. ábra* tartalmazza.

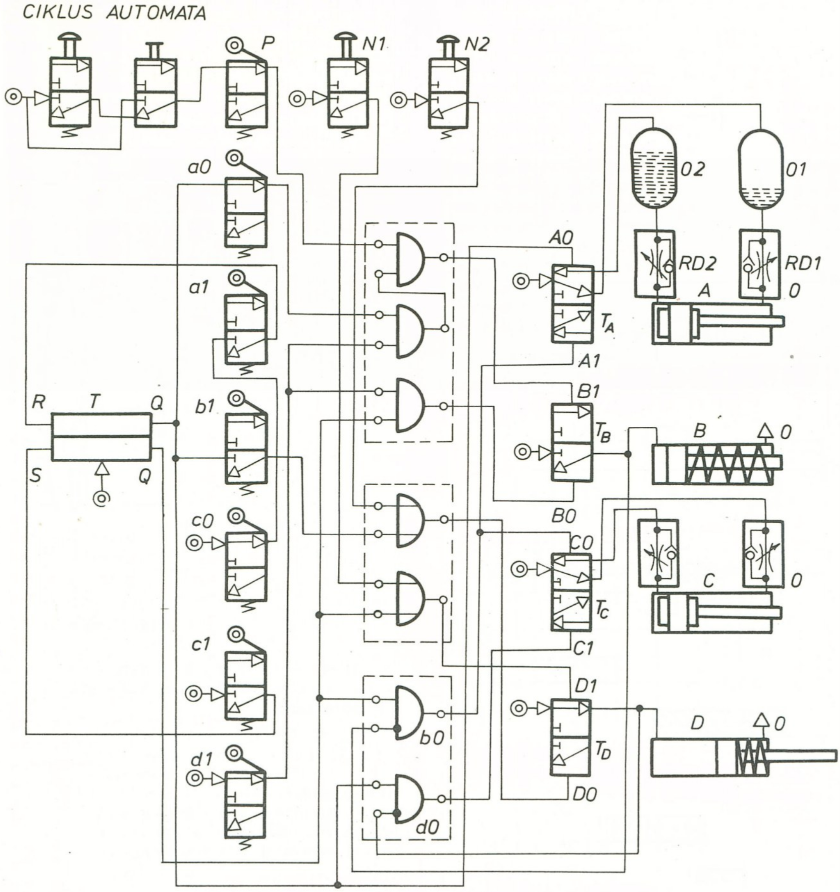
A rendszer kétféle üzemmódban dolgozhat. A *CIKLUS* nyomógomb működtetésével történő indítás esetén a berendezés egy ciklus lefutása után automatikusan leáll. *AUTOMATA* üzemben a működés folyamatos. A munkadarab oldása és rögzítése az N1 és N2 nyomógombok működtetésével kézzel is vezérelhető, a munkadarab helyezhetőségének biztosítására.

A kapcsolás realizálásához négyféle nagynyomású logikai elemet használtunk:

ÉS kapu 3 db
VAGY kapu 2 db
INHIBITOR 2 db
TÁROLÓ 1 db



9. ábra: A vezérlés folyamatábrája



11. ábra: Pótlólagosan automatizált fűrészgép vezérlésének kapcsolási rajza

Összefoglalás

A cikkben ismertetett példák — bár közel sem adnak átfogó képet a nagynyomású pneumatikus logikai elemek széles körű alkalmazhatóságáról — a lehetőséget érzékeltetik. Kis helyigényük módot nyújt a vezérlőszekrényes tervezésre, melynek eredményeként helytakarékos elrendezésű, könnyen áttekinthető, környezeti hatásoktól jól védett, gazdaságos vezérlőberendezést nyerhetünk.

Irodalom

[1] Dr. KRISZTINICZ, P.: Digitális pneumatika. Budapest. 1973. Műszaki Könyvkiadó. 324 p.

[2] Dr. WIESNER, H.: A nagynyomású pneumatikus logikai rendszerek tervezésének és kivitelezésének szempontjai. Pneumatika-hidraulika '75 Konferencia.

[3] LEHLE, R.: Kriterien für den Aufbau eines Pneumatischen Logik-Systems. Vortrag im Rahmen des Kurses „Pneumatischen Logik-Elemente" Herrenberg. 1971.

[4] CLIMAX—FRANCE: Systeme logique pneumatique logimax. Climax—France Edition Novembre. 1971. N 340 C.

Dr.MAGOSNÉ, KALLÓS KATALIN
(FE-Pneumatika Műszaki Iroda)

SZERSZÁMGÉPEK KISZOLGÁLÁSA IPARI ROBOTTAL

A második világháború után alakultak ki azok a gazdasági körülmények, amelyek között a kis- és középsorozatok automatizálásának igénye végül is az NC gépekhez és megmunkáló központokhoz vezetett. Ezzel egyidőben meg kellett oldani az ember munkadarab-mozgató, pozicionáló és gyakran nagy fizikai erőkifejtést igénylő munkájának automatizálását is. Általában ezeket a feladatokat látják el az ipari robotok.

ETO: 621.9—52
62—519

Az ipari robotok alkalmazásában jelentős szerepet játszik — egyéb tényezők között — a gazdaságosabb termelésre, a termelékenység növelésére való törekvés.

Az ipari robotok tulajdonképpen a gyártó berendezéseket kiszolgáló ember helyettesítését végző, több szabadságfokkal rendelkező manipulátorok.

Az ipari robot egyik megjelenési formája az automatizálásnak, amelyet az elmúlt évtizedben egyre elterjedtebb mértékben alkalmaztak. A robotokat sokoldalú felhasználhatóságuk és azon adottságuk különböztetik meg a legtöbb automatizáló berendezéstől, hogy egyes típusok betaníthatók a legkülönfélébb munkamozzanatok és részművelet-sorozatok elvégzésére [1], illetve egyes emberi intelligenciát is igénylő munkák esetében, már bizonyos döntéseket is képesek hozni.

Munkahelyanalízis

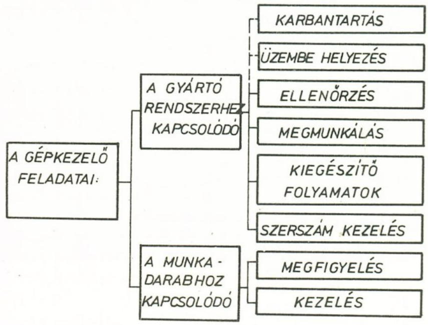
Az ipari robotok alkalmazási lehetőségeit vizsgálva, érdemes analízist végezni különböző vállalatok különböző munkahelyein, hogy a következő kérdésekre választ kapjunk [2]:

1. Milyen feladatot végez az adott munkahelyen dolgozó ember?
2. Lehet-e műveletet ipari robottal automatizálni?
3. Milyen követelményeket kell az ipari robotnak kielégítenie?
4. Milyen kiegészítések szükségesek az ipari robot sikeres alkalmazása érdekében?

Az *1. ábra* az egyes munkahelyeken dolgozó emberek által végzett különböző feladatokat mutatja. Látható, hogy a munkadarab továbbítás csak a munkafázis egyik oldalát jelenti, amit a már meglevő munkahely automatizálásánál figyelembe kell venni. A munkadarab ellenőrzését, a szerszám cserélését, a segéd-funkciók végrehajtását, a megmunkálást és a gyártó rendszer felülvizsgálását sem szabad elhanyagolni, mivel ezek komoly akadályt jelenthetnek az ipari robot sikeres alkalmazása szempontjából.

Ha egy adott munkahelyen az ott dolgozó embert teljesen helyettesíteni akarjuk, akkor az összes — előbb említett — funkciót automatizálni kell.

Az automatizálás eldöntését főként gazdasági megfontolások figyelembevételével célszerű elvégezni.



1. ábra: A gépkezelő feladatainak osztályozása szerszámgépeken

Automatizált ipari robot alkalmazásának feltétele, hogy mind a megmunkálási folyamat, mint a kiegészítő folyamatok automatizáltak legyenek. A gyártó rendszert általában anynyira célszerű automatizálni, hogy a munkadarabok és a szerszámok a megmunkálási folyamat kezdetén és végén egy meghatározott helyzetben legyenek, és hogy az összes közbenső művelet is automatikusan menjen végbe.

A kiegészítő folyamat azokat a feladatokat jelöli ábránkban, amelyeket végre kell hajta-

ni a megmunkálási folyamat helyes létrehozása érdekében, de annak csak része.

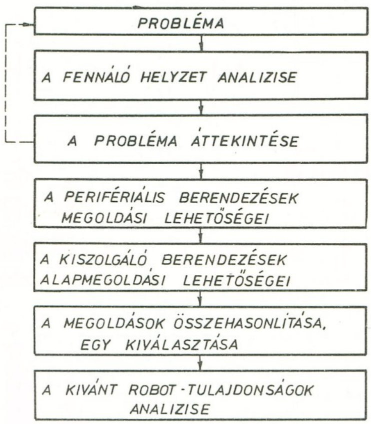
A három legáltalánosabb kiegészítő művelet a következő:

— segédanyagok betáplálása, (pl. kovácsoló sajtolónál az öntvénytisztító vegyszerek),
— hulladékanyag eltávolítása (pl. forgácsoló szerszámgépeknél a forgács),
— mechanikus biztonsági berendezések működtetése; (pl. kazánok védőlemeze).

Ezek a feladatok — néhány kivételtől eltekintve — nem oldhatók meg ipari robottal. Az alkalmazott gépeket kell ezeknek a követelményeknek megfelelően tervezni.

Általában az alábbi szabályok állíthatók fel az ipari robotok — mint meglevő munkahelyek pótlólagos automatizálásának egyik eszköze — alkalmazásával kapcsolatban.

1. A megmunkálási folyamat teljesen automatizált legyen. (A munkadarabok és a szerszámok a megmunkálás előtt és után meghatározott helyzetben legyenek.)
2. Kiegészítő folyamatokra vagy nincs szükség, vagy teljesen automatizáltak legyenek.
3. A gyártó rendszer — beleértve a szerszámokat — nagy megbízhatóságú legyen, ne szoruljon korrekcióra, adott időn belül.
4. A járulékos feladatok, amelyeket ember végez, vagy automatizálható, vagy másik munkahelyre áttehető legyen.
5. A kezelő feladat jelentse az ember által végzett munkák fő részét.



2. ábra: Az analízis módszere

Gyakran kis ráfordítást igényel az előbbi feltételek jelenlétének, illetve elfogadható költséggel elérhető megvalósításának megállapítása. Ha ez nem sikerül, részletes analízisre van szükség. Az analízis módszerének fő lépései a *2. ábrán* láthatók.

Számos munkahelyen elvégzett analízis bizonyítja, hogy a jelenlegi ipari robotok jellemző korlátai miatt az összes kezelési feladat nem oldható meg ezúton.

Tendenciák az ipari robot gyártásában

Két fő irányzat figyelhető meg a gyártó vállalatoknál: Vannak vállalatok, melyek egyedi célra terveznek és gyártanak robotokat, míg vannak olyanok, amelyek néhány alaprobot típust fejlesztenek ki s ezeket építőkockaszerűen építik össze. Így egy-egy adott ipari feladathoz az alaptípusok közül kell csak a megfelelőt kiválasztani és némi kiegészítéssel munkába állítani. Az üzemeltető számára igen fontos a gazdaságosság. Általában a robot üzembeállításának összes költségét figyelembe véve, a megtérülési idő általában nem lehet több 1,5—2 évnél.

Egyes robot gyártók nem elsődlegesnek tekintik a gazdaságossági feltételt és szinte „megmámorosodnak" egy-egy bonyolult, nagyszerű ipari robot terveitől.

Igaz, hogy egy bonyolult robot műszaki szempontból gyakran nagyon érdekes, de általában az ilyen típusú ipari robotok teljes kapacitását kihasználni lehetetlen.

Sokkal gazdaságosabb mind a gyártónak, mind a felhasználónak az építőelem-rendszerben felépített robot gyártása, illetve üzemeltetése. Az építőelem-rendszerben felépített ipari robotok leggyakrabban pneumatikus működtetésűek, mechanikus ütközők biztosítják a pontos megállást, vezérlésük pneumatikus, vagy elektropneumatikus.

Az építőelem-rendszerben az ipari robottól megkívánt funkciókat részfeladatokra kell bontani. Az adott ipari alkalmazásnál a különböző részfeladatokat biztosító egységeket kell csak összeépíteni. Attól függően, hogy hol, milyen környezetben, milyen célra stb. kívánják alkalmazni, egyszerűbb vagy bonyolultabb ipari robot készíthető.

Az építőelem-rendszer előnye az is, hogy jóval rövidebb idő alatt el lehet készíteni egy-egy komplett berendezést az adott feladathoz, mintha egyedi gép tervezésébe és összeépítésébe kezdenének.

Gyakorlati példák

A következőkben két olyan ipari robotot ismertetünk, amelyeket alaptípusok módosításával tettek alkalmassá szerszámgépek kiszolgálására.

Az R. Kaufeldt AB (Svédország) egyike azon első vállalatoknak Európában, amely ipari robotokat kezdett gyártani. Az utóbbi 5—6 évben kb. 300 ipari robotot adtak el az ipar különböző területeire.

A cégnek komoly tapasztalatai vannak abban, hogy hogyan lehet ipari robot tervezése során a rugalmasság követelményeit összeegyeztetni a kiszolgálandó géphez való alkalmazhatóság követelményeivel.

Az R. Kaufeldt AB 5 alaptípusú robotot készít, ezek illeszthetők és módosíthatók az adott ipari követelményekhez.

Fúró és üregelő gépsorban használt ipari robot

A Saab-Scania személygépkocsik kerékagyfúrása és üregelése történik a fent említett gépsoron [3].

A gépsoron az alábbi műveletek végrehajtása történik az ipari robottal:

1. A kerékagy a több orsós automata fúrógép osztóasztalban levő felfogókészülékbe helyezése;
2. A kerékagy üregelő gépbe helyezése. (Itt történik a hornyok megmunkálása);
3. A kerékagy sorjázógépbe helyezése. (Ez össze van építve azzal a konvejorral, amely a mérőállomáshoz viszi a kerékagyat.)

A leírt műveleteket a robot üzembeállítása előtt 2 dolgozó látta el.

A maximális termelékenység elérése érdekében a leírt anyagkezelési műveleteknek rövidebb idő alatt kell végbemenniük, mint a leghosszabb megmunkálási idő. A megmunkálási folyamatok közül az automata fúrógép megmunkálási ideje a leghosszabb, 32 sec. Ez határozza meg tehát a gépi ciklust.

Az üregelő gép teljes ciklusának ideje 25 perc. A sorjázó munkahely gyakorlatilag nem terheli a robot kezelési idejét.

A robot, a megfogó szerkezet és a vezérlő rendszer kiválasztása

Mivel a két megmunkálógép függőleges elrendezésű és elegendő hely van vízszintes irányban, erre a célra az egyik alaptípus (Típus A3) hagyományos tervezésű robot látszott alkalmasnak. Ez a szabványos kivitel 0—5 kg súlyt tud maximális sebességgel mozgatni. A kerékagy súlya kb. 4 kg.

A megmunkálási idők hossza és a megmunkálási sorrend miatt két megfogóra volt szükség, melyek két kerékagy egyidejű mozgását teszik lehetővé. A két megfogó viszont azt jelenti, hogy a mozgatandó tömeg is kétszeres, következésképpen a szabványos vízszintes kar nem használható. Itt mutatkozik meg az építőelem-rendszerű ipari robotok felépítési előnye.

Lehetőség volt olyan vízszintes kar kiválasztására, amely képes a kb. 8 kg tömeg mozgatására, valamint olyan megfogó egységet találni, amely a szükséges mozgási sebességet biztosítani tudja.

A függőleges mozgást biztosító egység (a forgató alapegységgel együtt) 15 kg tömeg mozgatására képes. Mind a függőleges egység, mind a csuklómozgást végző forgatóegység szabványos.

A különböző egységek a mozgatandó tömegnek megfelelően különböző méretosztályban készülnek, mert a különböző méretek különböző ciklusidőket hoznak létre.

A vízszintes kar azért készül több méretben, mint a többi egység, mert a teljes tömeg működési sugárhoz viszonyított értékétől függően, valamint a működési sebességnek megfelelően különböző követelményeket kell kielégítenie. Egyes alkalmazásoknál a vízszintes kar felszerelésére rendelkezésre álló hely korlátozott. A vízszintes karnak és a megfogó karnak a gyártó gépet és a megmunkálandó alkatrészeket szabadon kell hagynia. A szabad hely gyakran korlátozott és ezen nem is lehet mindig változtatni.

A megfogóegységnek az alábbi szabadságfokokkal kell rendelkeznie:

1. Két, ujjakkal végzett megfogó művelet.
2. Két függőleges mozgás, amely a kerékagyat a felfogóhoz helyezi.
3. 180°-os forgatás.

Mivel a megfogószerkezetekhez készült szabványos tartozékállványon van hely két új típusú megfogó számára, ezek sem jelenthetnek problémát. Csak az ujjvégződések áttervezését kellett elvégezni. A csuklómozgást végző alegységet a kar túlsó végére szerelik minden esetben, máskülönben a megfogó szerkezet túlságosan nehézzé és bonyolulttá válna.

Az erre a feladatra alkalmassá tett ipari robot két szabadságfokkal rendelkezik, beleértve a két megfogó feladatot.

Az ipari robotot és az általa kiszolgált gépeket 60 lépéses ciklust biztosító elektromechanikus vezérlő rendszer vezérli. Ebből a feladat végrehajtásához 57 lépést használnak ki.

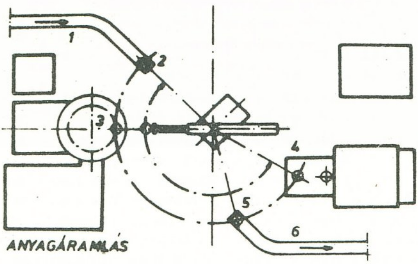
Kiegészítő berendezések és változtatások a gyártó soron

Általában amikor egy ipari robotot üzembe állítanak egy adott gyártósoron bizonyos kiegészítő berendezésekre is szükség van az automatikus anyagáramlás biztosítása érdekében.

A kiegészítő berendezések kiválasztásánál figyelembe kell venni a külső körülményeket, mint pl.

— a gép elhelyezése
— az alkatrész alakja
— a ciklus-idő
— a műveletek egymásutánja
— az alkatrész megfogási módja stb.

A *3. ábra* az anyagáramlást mutatja.



3. ábra: Anyagáramlás. 1. konvejor (meglevő); 2. fogadóállomás; 3. automata fúrógép; 4. üregelő gép; 5. csiszolóállomás; 6. konvejor (új)

A meglevő konvejorra (1) egy fogadó állomást (2) kell szerelni, mely az érkező alkatrészeket irányítja, a többit — melyek az ütközőnél vannak — pedig reteszeli.

Az automata fúrógép védőlapjára (3) hornyot készítettek, így a megfogó szerkezet alacsonyabb részei szabadon mozoghatnak.

A vízhűtő berendezésre szerelt szelepek biztosítják, hogy az ipari robot vezérelje az öblítő ciklust is. Az üregelő gépet (4) speciális adagolóval látták el, így az ipari robotnak nem kell megvárnia a gép üresjárati löketét (12 sec). Enélkül az egység nélkül nem lehetett volna a munkaciklust az előírt 32 másodpercen belül teljesíteni.

További konvejor (6) vált szükségessé, amelyre csiszolóállomást szereltek, közel ahhoz a helyhez, ahol az ipari robot a kerékagyakat lerakja.

Az ipari robot beszerzése, felszerelése, a meglevő gyártósor kiegészítése és a személyzet kiképzése nem jelentett komoly költséget az elért eredményekhez képest.

A racionalizálás mértéke: 1,5 ember/műszak. A berendezés 2 műszakban üzemel.

A gyártó soron nőtt a termelékenység, hiszen a megmunkálási idő alatt az összes kiszolgáló művelet lejátszódik. A robot beállításának megtérülési ideje: 0,86 év.

Csúcsnélküli köszörűgép kiszolgálása ipari robottal

A köszörűgépek kézi adagolásának és előtolásának egyik hátránya, hogy a munkadarabok egy részének túl kell nyúlnia a köszörűkorongon, hogy az ott dolgozó a munkadarabot előre-hátra tudja tolni a köszörülési helyzetbe. Ha nagyok az átmérőeltérések a munkadarabokon, akkor azt a korongok közötti függőleges vonal mentén kell mozgatni. Ilyen mozgatás kézzel nem végezhető; a hagyományos köszörűt kell ezekben az esetekben alkalmazni.

Az elmúlt évek folyamán tért hódított az automata irányítás. A legnagyobb problémát a köszörülési ciklus kezdetén végbemenő támasztókorong előtolásának vezérlése jelentette.

A modern csúcsnélküli köszörűkkel sikerült ezt a problémát orvosolni, így lehetőség nyílt az ipari robotok alkalmazására is. Ez többek között azt jelenti, hogy azokat az alkatrészeket, amelyeket a hagyományos palástköszörűgépen több lépésben kellett köszörülni, most egyetlen lépésben megoldható a csúcsnélküli köszörűn.

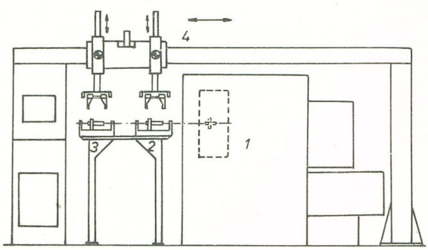
A csúcsnélküli köszörűgép teljesítményeit korlátozó tényezők:

— a köszörűkorongot formázó egység
— a köszörűkorong maximális szélessége meghatározza az alkatrész maximális hosszát.

A palástköszörülést igénylő alkatrészek legnagyobb része a 10—80 mm átmérő és 350 mm hossztartományba esik. A gazdaságosság érdekében célszerű mérőállomást építeni a köszörülés ellenőrzésére.

Működési ciklus

A fent leírt követelményeket kielégítő ciklusban az alábbi esemény-sorrend játszódik le. *(4. ábra):*



4. ábra: 1. Csúcsnélküli köszörűgép; 2. Mérőállomás; 3. Alkatrésztér; 4. Ipari robot

1. Korábbi ciklusban köszörült alkatrész köszörűgéptől mérőállomásig történő mozgatása.
2. A következő megmunkálandó alkatrész tárból a köszörűgépig történő mozgatása.
3. A köszörült alkatrészek mérési eredményeinek ipari robotba táplálása; ezzel jelezve, hogy indulhat-e a következő köszörülési ciklus.
4. A köszörült alkatrész elvitele a mérőállomástól.

További kiszolgálási követelmények

Az alkatrészt, köszörülés előtti pozicionálásakor, 1 mm-rel a szilárd tartó felett meg kell fogni és óvatosan, oldalirányú mozgatással kell a tartó tengelyirányú ütközőjéig vinni. Mivel az alkatrésztár és a felvevő, valamint a mérőállomás és a kitoló egymáshoz viszonyított helyzete meghatározott, de a köszörűkorong elhasználódása következtében mégis változik, az ipari robotnak kell gondoskodnia a kiegyenlítésről.

A köszörűgép újraindítása előtti kiszolgálási idő a gyártási ciklust meghosszabbítja, tehát a lehető leggyorsabban kell végbemennie.

A megfogó szerkezetnek a középfuratnál kell az alkatrészt megfognia, mert a köszörűkorong és a támasztókorong között nincs hely a hagyományos megfogó ujjak számára. A munkadarabok maximális és minimális hosszának áthidalására a megfogót állíthatónak, vagy cserélhetőnek kell kiképezni, hogy a köszörűgéphez illeszthető legyen.

Az ipari robot és a megfogó szerkezet kiválasztása

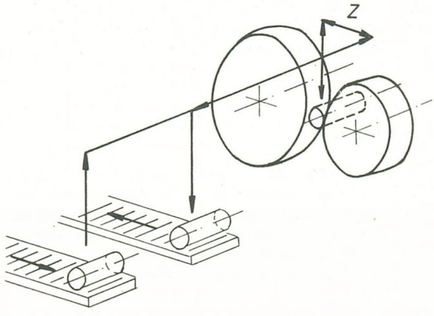
Az ipari robot kiválasztásánál figyelemmel kell lenni a köszörűgép kialakítására, az alkatrész tár és a mérőállomás elhelyezésére. Ezen állomások elhelyezésekor figyelemmel kell lenni a gép kezelőjének helyszükségletére is.

A csúcsnélküli köszörűgépnek a normálisnál szélesebb munkaterületet kell biztosítani. A korongok közötti hosszú függőleges mozgatási lehetőség teszi lehetővé, hogy a nagy átmérő különbségekkel rendelkező alkatrészek is mozgathatók legyenek. Ezen kívül figyelembe kell venni a megfogó berendezés — mely a munkadarab tartón levő helyzetét változtatja — mozgatási szükségességét.

Az 5. *ábrán* láthatóan az egységnek olyan mozgásáról is kell gondoskodni, amely a köszörűkorong Z-síkon történő kompenzálását végzi.

A Z mozgás összhangban van a támasztókorong mozgásával, amely a korong kopásának kiegyenlítését végzi. A kar és a megfogó szerkezet számára akkor lehet ezt a szabadság-fokot biztosítani, ha a kar függőleges elhelyezésű.

Tehát a kiválasztott ipari robotot függőleges karral lehet ellátni, és a robotnak kell biztosítania a köszörűkorong kopásának kompenzálását a Z-síkban.



5. ábra: Anyagáramlás

A választékban kapható (A6 típusú) robot alkalmasnak mutatkozott a fenti követelmények teljesítésére. Ez az ipari robot két függőleges karral rendelkezik, melyeket a köszörűkorong kopása miatt további szabadságfokkal is el kellett látni. A másik szabadságfokot a megfogószerkezet biztosítja, ezzel lehetővé válik az alkatrész merev tartón való megfelelő elhelyezése. A munkadarabokat a középső furatnál felemelő megfogó berendezés úgy van kialakítva, hogy állítható legyen a különböző hosszúságú munkadarabokhoz.

Kiegészítő berendezések

Természetesen kiegészítésekre van szükség az alapgépen az ipari robot üzembeállításakor. A tárban annyi alkatrész tárolását kell biztosítani, amennyit a gép a köszörű-korongok lehúzása között megköszörül. A lehúzások közötti köszörülési idő általában 30—40 perc, de ez a különböző alkatrészek köszörülési adataitól függően változik. Ezen körülmény kiegészítésére egy konvejoros alkatrésztár látszott alkalmasnak, amely a különböző dimenziók közötti átváltást biztosítani tudja. Erre a konvejorra szerelik az ipari robothoz való felemelő állomást is.

A mérőállomás olyan kialakítású, hogy az összes előforduló átmérő egyidejűleg mérhető legyen. A mért értékek jel formájában jutnak a robothoz, jelezve, hogy folytatódjon vagy sem a köszörülés.

A mérőállomásról egyszerű letoló tolja az

összes jóváhagyott alkatrészt a készalkatrésztárba.

Az ipari robottal elért racionalizálás 0,85 ember/műszak. A berendezés két műszakban dolgozik.

Az ipari robot az adott esetben (felszerelését és az átalakításokat is számolva) 1,03 év alatt térült meg. További előny, hogy az ipari robot felszerelése után a csúcsnélküli köszörű alkalmassá vált olyan alkatrészek köszörülésére, amelyeket korábban csak a hagyományos palást köszörűgépen lehetett megmunkálni.

Az ipari robotok üzembeállításával elérhető megmunkálási előnyöket nehéz általánosságban számbavenni: ezeket mindig a kérdéses vállalat által gyártott alkatrészek is befolyásolják.

Az is kitűnik, hogy nem kell félni a meglevő munkahelyek, gyártósorok ipari robottal történő kiszolgálásakor felmerülő átalakításoktól, költségektől — hiszen még akkor is ezek általában 1—2 éven belül megtérülnek.

*

Összefoglalás

Az itt ismertetett — nem hazai — két gyakorlati példa bemutatta a szerszámgépek kiszolgálását végző ipari robotok kiválasztási szempontjait, a segítségükkel elérhető racionalizálás mértékét. Természetesen minden esetben termelékenység-növelés érhető el beállításukkal.

Irodalom

[1] The increasing significance of industrial robots. Machinery and Production Engineering. 122 k. 3152. sz.

[2] WARNECKE, H. J.—SCHRAFT, R. D.—HERMANN, G.: The gap between requiredand realised properties of industrial robots. (4. ISIR)

[3] LASSI, K. G.: Current technical and economical considerations concerning industrial robots. (4. ISIR)

● ● ●

Pneumatikus berendezések sokoldalú gyártásszakosítási javaslatainak kidolgozása

1976. március 28—április 2. között Kecskeméten szakértői értekezletet tartottak a KGST GÁB Hidraulika és Pneumatika Speciális Munkacsoportjának (HPSM) pneumatikával foglalkozó képviselői.

Az értekezleten a KGST tagországok és a JSZK illetékes szerveinek és szervezeteinek képviselői a „Pneumatikus berendezések sokoldalú gyártásszakosítási javaslatainak kidolgozása" témát vitatták meg.

Az értekezleten az alábbi napirendet tárgyalták:

— A pneumatikus berendezések sokoldalú nemzetközi gyártásszakosítási és kooperációs Egyezmény-tervezetének kidolgozása

Ez a következőket tartalmazza:

1. gyártásszakosítási javaslat
2. javaslatok kölcsönös szállítások határidőre és volumeneire az 1977—1978-as időszakra.

A pneumatikus berendezések sokoldalú nemzetközi gyártásszakosítási és kooperációs javaslatok előkészítéséről való beszámolót az MNK, mint koordinátor ország terjesztette elő. Ezek után a KGST tagországok és a JSZK képviselői megvitattak az MNK által kidolgozott és előterjesztett anyagokat és kiegészítve továbbították a HPSM felé elfogadásra.

● ● ●

Esztergagép új kialakítású másolóberendezéssel

A Weisser cég gyártási programjában egy olyan esztergagép szerepel, amelyet egy új kialakítású másolóberendezéssel szereltek fel. A másolóberendezés segítségével a legbonyolultabb alakú forgásszimmetrikus munkadarabokat el lehet késziteni az esztergagépen.

A ferde ággyal rendelkező esztergagép másolóberendezése hidraulikus működtetésű. Ugyancsak hidraulikus berendezés segítségével lehet a szerszámtárolót kapcsolni. Az átkapcsolás pontossága $\pm 0{,}001$ mm. A szerszámtároló kialakítása olyan, hogy a külső és belső felületek esztergályozására alkalmas szerszámokat tartalmazza.

A hossz-szán maximális elmozdulása 300 mm, a keresztszán legnagyobb megmunkálási úthosszúsága 200 mm. Az előtolásokat fokozatnélkül lehet beállítani a megadott tartományon belül. A forgásmélység változtatása 0 és 2 mm között lehetséges.

(Maschinenmarkt, 81. k. Sonderausgabe, 1975. nov. 10 p. 1660.)

TALYIGÁS ANDRÁS - UZON PÉTER
(FE-Pneumatika Műszaki Iroda)

AZ ELSŐ MAGYAR PNEUMATIKUS IPARI ROBOT

Magyarországon is folyik az ipari robotok fejlesztése (a Csepeli Szerszámgépgyárban és a Finomszerelvénygyár — Egerben). Ez a cikk a Finomszerelvénygyárban kifejlesztett pneumatikus ipari robottal és az azon elvégzett mérésekkel foglalkozik.

ETO: 681.523.5
62—519

Bevezetés

A kis- és középsorozatú automatikus gyártóberendezések után a fejlődés a számjegy-vezérlésű szerszámgépek, valamint a megmunkáló központok, integrált gyártórendszerek megjelenésével folytatódott.

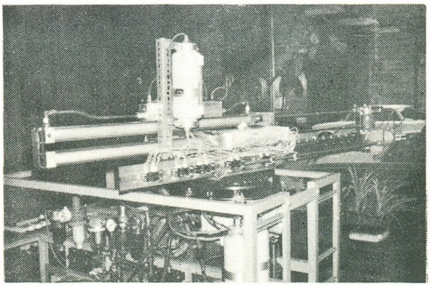
Az ember fizikai igénybevétele ezzel a fejlődéssel nagymértékben csökkent, napjainkra egy lényeges tevékenységi kör automatizálása hárult: az ember munkadarabmozgató és rögzítő munkája. Az ilyen jellegű munkára nagymértékű monotonitása miatt egyre nehezebb munkaerőt találni.

Az automatizálás kiszélesítésére, kiteljesítésére irányuló, a fenti problémákat megoldani hivatott új eszköz az ipari robot. A robotok felhasználási területének jelentős részét alkotják pl. a melegüzemi és egyéb nehéz fizikai igénybevételt jelentő, egészségre ártalmas munkahelyek. Nélkülözhetetlenek ezek a manipulátorok a magkutatás területén, ahol a veszélyeztetett térben tudunk műveleteket végezni segítségükkel. Röntgennel történő anyagvizsgálatokat gyorsíthatunk meg azáltal, hogy a robot a felvételek ideje alatt is végezhet műveleteket, pl. a vizsgálandó tárgy cseréjét, mozgatását.

Az ipari robot a fejlett ipari országokban már közel 10 éves múltra tekint vissza, napjainkban mintegy 2—3000 működő ipari robotot tartanak nyilván a különböző országokban. Ezek nagyrészt az Amerikai Egyesült Államokban, Japánban, Svédországban, Angliában, az NSZK-ban és a SZU-ban üzemelnek, de a többi szocialista országban is működik már több ipari robot.

Magyarországon is — mivel még mindig meglehetősen sok a nehéz fizikai munka és az emberi szervezetre káros munkahely, a termelékenység javítása egyre égetőbb probléma, az anyagmozgatási és anyagkezelési munkáknál egyre nagyobb a munkaerőhiány, az import berendezések ára pedig igen magas — napirendre került a pneumatikus robotok kifejlesztésének szükségessége. A Finomszerelvénygyár — Egerben (továbbiakban: FE) 1974-ben kezdődtek el a fejlesztési munkák, amelyeket az OMFB megbízásából az FE szakemberei — az MTA—SZTAKI bevonásával végeznek.

Az FE-ben 1975. év végén készült el az első pneumatikus ipari robot (*1. ábra*). Természetesen a munka ezzel nem állt meg, hanem éppen ezen az első modellen elvégzett mérések mutatják meg a fejlesztés további helyes irányát.



1. ábra

Érdemes megjegyezni azt is, hogy nagyban hozzájárulna a fejlesztési munkák sikeréhez, a továbblépés irányának megválasztásához a felhasználók támogatása is.

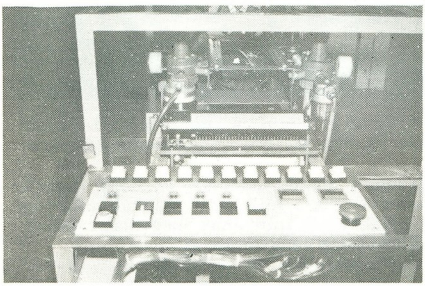
Az FE robotjának jellemzői

Az iparban használt robot tulajdonképpen egy programozható áthelyező és megfogó automata. Két legfontosabb tulajdonsaga ebben az egyszerű definícióban is benne van, egyrészt, hogy programozható, azaz egyik munkafeladatról a másikra könnyen átállítható, másrészt, hogy a tér különböző pontjai-

ra képes tárgyakat eljuttatni. A robotok végrehajtó szervei szükség szerint hidraulikus vagy pneumatikus hengerek. Az FE pneumatikus ipari robot készítésére kapott megbízást. A pneumatikus hengerek — mint ismeretes — általában két véghelyzetükben képesek megállni, így ha a tér 3 irányában egy-egy hengert mozgatunk, összesen $2^3 = 8$ pontba tudunk eljutni. Ez azoknál a munkafeladatoknál, ahol robotot kell alkalmazni általában kevés. A tér megközelíthető pontjainak számát úgy lehet növelni, hogy vezérléstechnikailag lehetővé tesszük, hogy a hengerek a két véghelyzet között előre meghatározott pontokon meg tudjanak állni. A robot egyik igen fontos jellemzője tehát, hogy koordinátánként hány közbülső pontban képes megállni és ezt hogyan valósítjuk meg.

A robot koordinátánkénti pozicionálására több lehetőség kínálkozott. Pneumatikus vezérlő rendszert felhasználva az érzékelést szabadsugár fúvókákkal oldottuk meg, mégpedig egy-egy helyen fúvókapárokkal. A hengerre programlécet szereltünk fel kis zászlóval ellátva, amíg a zászló eltakarja az egyik fúvókát, annak jele a lassításra, amikor a másik fúvókát is eltakarja, akkor mindkét fúvóka együttes jele a megállásra ad ki parancsot. A pozicionálási változatokat mérőpadon előre kipróbáltuk (1) és a mérési eredmények alapján hidropneumatikus pozicionálás mellett döntöttünk.

Az elkészített robotban két lineáris (x és y koordináta) és egy forgató (α koordináta) henger működik. Mindhárom koordináta mentén annyi fúvókapárt helyeztünk el, ahány helyen a robotot meg akarjuk állítani.



2. ábra

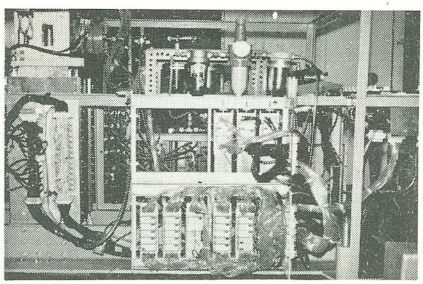
Esetünkben koordinátánként 6 fúvókapárt tettünk fel, ez $6^6 = 216$ pontot jelent a térben, amelyet a robottal el tudunk érni. A robotkarra egy megfogót szereltünk fel, amely szorításra és forgatásra képes, így a robotnak összesen 5 szabadságfoka van.

Az említett másik fontos robot-jellemző a programozhatóság, ez esetünkben annyit jelent, hogy egy segédeszközön — a programadón — keresztül „élesíteni" kell az ahhoz a ponthoz tartozó fúvókapárt, amelybe el akarunk jutni. A programadó golyós rendszerű programmű (*2. ábra*), amely 40 különböző információsort képes tárolni és továbbítani, egy információsorban pedig 32 db utasítást lehet egyidőben kiadni. A programozás egy kéziszerszám segítségével gyorsan és könnyűszerrel elvégezhető, egyik programról egy másik programra 10—15 perc alatt át lehet állni.

A programadóra automata és félautomata ciklusok lejátszásához van szükség. A robotot azonban egyszeri mozgásokra is lehet programozni, egy kézi kapcsolósor segítségével (kézi üzemmód). Ezekkel ki lehet választani a megfelelő koordinátát, illetve fúvókapár-számot és oda lehet velük vezérelni a robotkart.

A berendezés vezérlése

A robot logikai vezérlését teljes egészében pneumatikusan, normál nyomáson (1,4 att) dolgozó logikai rendszerrel valósítottuk meg (*3. ábra*).



3. ábra

A logikai kört a következő fő egységekre lehet osztani:

— *Üzemmódválasztó*

Ennek az egységnek a segítségével lehet kiválasztani a már említett automata, félautomata, illetve kézi üzemmódokat. Alapját a DRELOBA szabvány üzemmódválasztó pneumatikus áramköre képezi (2). Ezt kiegészítettük olyan logikai egységekkel, amelyek lehetővé tesznek egy negyedik üzemmódot,

az ún. beállító üzemmódot és egy vész-stop nyomógomb használatát.

Beállító üzemmódban is a kézi kapcsoló-sorral működtetjük a robot-kart, csak lassú sebességgel, és a megállásra parancsot adó jelet nemcsak a kiválasztott fúvókapár adhatja, hanem ezt a jelet adja a megfelelő kapcsoló működtetése is, tehát ily módon ebben az üzemmódban bárhol meg lehet állítani a robotot. A vész-stop nyomógomb működtetésére minden henger azonnal megáll, a program visszaáll kiinduló helyzetbe.

A félautomata üzemmód ennél a berendezésnél azt jelenti, hogy a programot lépésenként játssza végig a berendezés.

— *Dekódoló egység*

Ennek a logikai egységnek a feladata a programadótól, illetve a kézi kapcsoló-sortól kapott információk feldolgozása. Innen megy ki a parancs az egyes hengermozgásokra és innen mennek ki a jelek a fúvókapárokhoz.

— *Összehasonlító pneumatikus áramkör*

Logikailag ez az egység egyszerre tölt be ellenőrző és rendelkező szerepet. Egyrészt az egység kimenő jele a programadó léptetését vezérli, másfelől a kapcsolás ezt a léptető jelet csak akkor engedi kifutni, ha a beprogramozott műveletet a robot elvégezte.

Ez a pneumatikus áramkör végzi az alaphelyzet ellenőrzését is oly módon, hogy ha az egyes koordinátákon alaphelyzetnek kinevezett fúvókapárok nem jeleznek, akkor nem engedi a program beindítását.

— *Fúvókajeleket értékelő egység*

A fúvókák jeleit erősítőkön keresztül vezetjük el ebbe a logikai egységbe, amelynek feladata az egyes pozíciókban a lassításra, ill. a megállásra utasító jelet kiadni.

A berendezés megépítése során kiderült, hogy a koordinátánként 6 fúvókapár igen sok csővel jár, így a további változatokhoz már olyan megoldást kerestünk, amelynél elég koordinátánként 1 fúvókapár. Ebben az esetben a programlécekre van több zászló felszerelve és egy oda-vissza számláló pneumatikus áramkör határozza meg a robotkar helyzetét, ill. ennek segítségével jutnak el a jelek a fúvókajeleket értékelő egységhez.

Az FE robot dinamikus mozgásviszonyainak vizsgálata

Robotunk öt szabadságfokából (függőleges mozgás „Y"; vízszintes elfordulás „α"; vízszintes kinyúlás „X", csukló forgása „β", szorítás „SZ") hármat vizsgáltunk, az Y; α és X irányú koordináták mentén történő mozgásokat.

1/100-as mérőórával vizsgáltuk az ismétlés pontosságát az egységek tetszőleges közbenső megállási helyein. A dinamikus mozgásviszonyokat Disa kapacitív érzékelővel ellátott oszcilloszkóppal és hozzácsatolt regisztráló berendezéssel rögzítettük.

A függőleges egység „Y" vizsgálata

A mérést 6,5 kp/cm^2 táplevegőnyomás mellett végeztük. A lassító és stop jelet kiadó fúvóka távolsága 17 mm, az olajágban levő fojtással beállított gyorsmeneti sebesség 0,1 m/s, a kuszás sebessége 0,01 m/s volt. A megállás helyének szórását a *4. ábra* mutatja.

A stop jel váltását, valamint a megállás környezetében a rendszer viselkedését, mechanikus lengéseit az *5. ábra* szemlélteti. A függőleges egység esetében az olaj hirtelen bezárását követő dinamikus igénybevétel által létrejött lengés erősen csillapított szinuszos jellegű volt, a maximális amplitúdó sohasem érte el a 0,1 mm-t. A hengertérben mért nyomáslökés csúcsértéke ezalatt elérte a 20 kp/cm^2-t.

A forgató egység vizsgálata

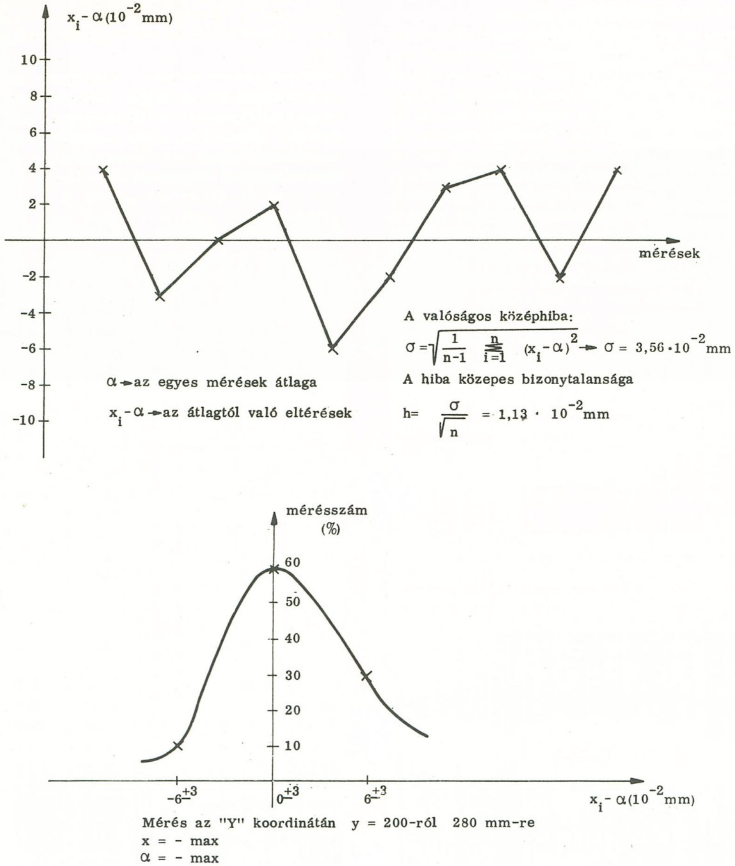
A forgatást 2 db 300-as típusú LEIBFRIED forgatóhenger végezte. A fúvókák távolsága 35 mm, a gyorsmeneti szögsebesség 20°/s volt. Mérés alatt a függőleges egység pozitív véghelyzetben volt. Az ismétlési pontosságot a vízszintes egység három karkinyúlási helyzete mellett mértük, a karkinyúlástól függ a forgatóegységet terhelő tehetetlenségi nyomaték. A megállás helyének szórását a mínusz véghelyzetben a *6. ábra* mutatja. A mechanikus lengések a *7. ábrán* figyelhetők meg, az ábrán látható diagramot + 400 mm-es karkinyúlás esetén vettük fel, a lengés elérte a 0,3 mm-t.

A lengés ennél még jelentősebb volt a gyors és a lassú sebesség átmeneténél, ezt a *8. ábra* mutatja. Az olajnyomás csúcsértéke ebben az esetben 25 kp/cm^2 volt.

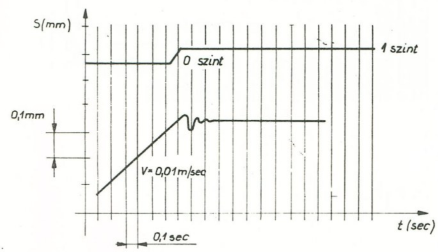
A vízszintes egység vizsgálata

A vízszintes egység sebességszabályozását és közbenső helyzetben történő megállását zárt hidropneumatikus rendszer biztosítja.

Gyorsmeneti sebesség 0,2 m/s
Kuszás sebesség 0,05 m/s
Fúvókák távolsága 35 mm.

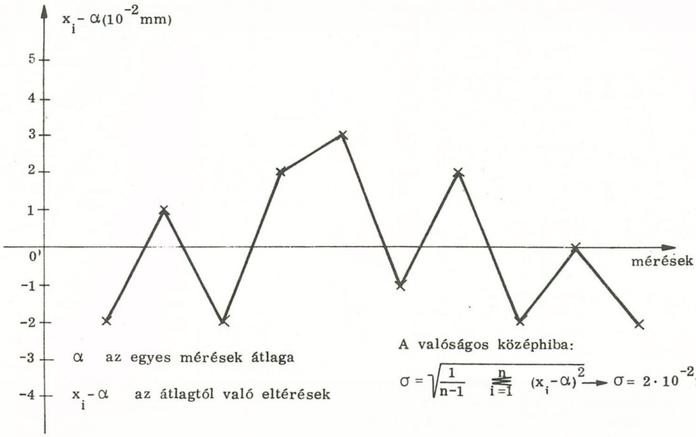


4. ábra: Függőleges egység



5. ábra: Függőleges egység

A megállás pontossága elérte a $\pm 0,2$ mm-t. A mérés felvételénél — véghelyzetből egy közbenső helyre vezéreltük az egységet — a — mozgást + mozgás követte. Amennyiben + mozgást + mozgás követett, a megállás pontossága nagyságrendekkel rosszabb lett, mivel a megállás ideje alatt a mozgató léghenger + kamrája teljesen feltöltődött, ill. a — kamra kiürült. Így a bezárt olaj nyitása után a mozgás megindulása hirtelen ütésszerű volt. Az oszcilloszkópos felvétel mutatja, hogy a megállás után még jelentkezett bizonyos mértékű kúszás, bár ennek értéke nem volt számottevő.

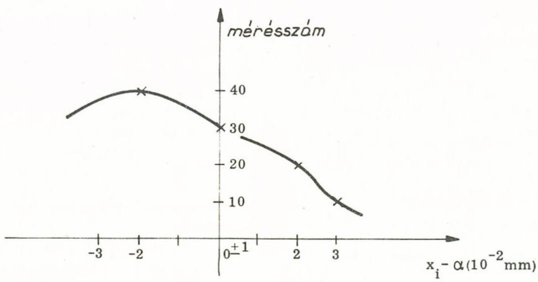


A valóságos középhiba:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\alpha)^2} \rightarrow \sigma = 2\cdot 10^{-2}\,\text{mm}$$

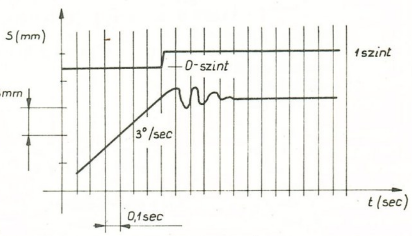
A hiba közepes bizonytalansága:

$$h = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 6{,}35 \cdot 10^{-3}\,\text{mm}$$

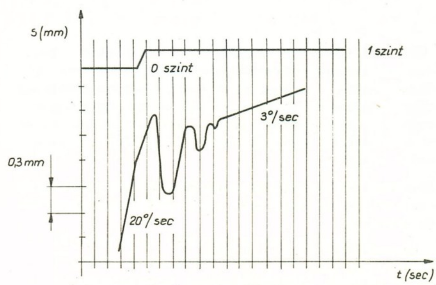


Mérés az "α" koordinátán (2 forgató egységgel) 0°-20°-ig
y = + max (400 mm), x = - véghelyzetben (0 mm)

6. ábra: Forgatóegység



7. ábra: Forgatóegység



8. ábra: Forgatóegység

A függőleges „Y" és a forgató „α" egységek nyitott hidropneumatikus rendszerűek. Az olaj zárását kétutú szelepek végzik. A tányérszelep-konstrukció gyors „kemény" zárása okozza a nagy olajnyomáscsúcsokat, az ebből adódó nagy erőhatások okozzák a rendszer nagymérvű mechanikus igénybevételét. A szelepkonstrukció javításával ezek a nyomáscsúcsok a jövőben elkerülhetőek.

A vízszintes egység nagyobb (0,2 m/s) sebessége miatt a hidraulikus lassítás esetén nagy fékezési út jelentkezik. Az irányváltás nélküli újraindítás esetén fellépő lökésszerű indítás elkerülhető a vezérlésen történő módosítással.

Irodalom

[1] ELEK—TALYIGÁS—UZON: Szakaszos mozgások... = Automatizálás. VIII. évf. 1975. 9. sz.

[2] KISMARTY: Pneumatikus integrált és modul áramkörök. = Automatizálás VI. évf. 1973. 4. sz.

● ● ●

Az NC-technika Franciaországban

Franciaországban kérdőívre adott válaszokból próbálták megállapítani annak okát, hogy a francia iparban miért használják csak viszonylag csekély mértékben az NC-szerszámgépeket.

A válaszok kiértékeléséből megállapították, hogy elsősorban nagyvállalatoknál üzemelnek NC-szerszámgépek. Alkalmazásukat elsősorban azzal indokolják, hogy egyrészt az átfutási időt szándékoznak csökkenteni, másrészt pedig a minőséget javítani. Az NC-gépeket nem alkalmazó gyárak elsősorban azt hozták fel indokul, hogy gyártmányaik alkatrészei, ill.azok megmunkálási követelményei nem alkalmasak NC-megmunkálásra, továbbá, hogy az NC-gépek beruházási költségei túl magasak és végül, hogy a sorozataik túl kicsinyek.

Az NC-gépeket beszerezni szándékoló gyárak közül a legtöbben elsősorban NC-esztergát akarnak üzembeállítani, ezt követik a fúrógépek, a vízszintes fúró- és maróművek és marógépek.

A francia szerszámgépipar viszont elsősorban éppen NC-fúrógépeket, vízszintes fúró- és maróműveket gyárt és csak másodsorban esztergákat.

A kérdőívre adott válaszokból az is kiderül, hogy a programozást túlnyomórészt kézzel végzik és az új NC-gépek beszerzői is így szándékoznak programozni.

A rendelők nagy súlyt helyeznek arra, hogy a beszerezni szándékolt géppel azonos típusú gépet a rendelés feladása előtt egy másik gyárban üzemszerű használatban láthassák és működését tanulmányozhassák. Végezetül megállapítják, hogy az NC-technika nagyobb méretű elterjedésének elsősorban pszichológiai akadályai vannak. Nem elég hatásos a gyártó cégek és egyéb illetékes szervezetek propagandája és ezért sok gyárban még nem ismerték fel az NC-technika előnyeit.

● ● ●

HIBAKIIGAZÍTÁS

A kiadó - a közismert nyomdai problémák miatt - kénytelen volt lapunkat különböző nyomdáknál elhelyezni. Ebből sajnos sok sajtóhiba származott, amelyek jövőbeni előfordulását minden erőnkkel igyekszünk megszüntetni. Szerzőink és olvasóink szíves elnézését kérjük az ez évi számainkban sűrűn előforduló - sokszor értelemzavaró - hibákért.

Az 1976/2. számunkban megjelent "Kártyavizsgáló program" című cikkünkben található értelemzavaró hibák helyesen:

1. táblázat első sora: 11110001
10. oldal 23. sor:
- az áramkör jó választ adott:

DV(i) = DV(i-1) ∩ FLIST(i), ahol a ∩ jel a két vektor bitenkénti szorzatát jelöli, és FLIST(i) az FLIST(i) komplemense, amelyet az FLIST(i) bitenkénti invertálásával állítunk elő.
- az áramkör hibás választ adott:
DV(i) = DV(i-1) ∩ FLIST(i)

Ugyancsak a 10. oldalon:
Ha egy tesztről ismeretes, hogy egy α hibát bizonytalanul detektál, akkor függetlenül attól, hogy a hálózat helyes vagy hibás választ ad erre a tesztre, sem α jelenlétére, sem hiányára nem tudunk következtetni. Emiatt a helyes válasznak megfelelő invertált hibalistában az α hiba bizonytalan detektálási kódjának ismét szerepelnie kell.

... az automatizálás szolgálatában

A VILATI (Villamos Automatika Intézet) vezérlő és szabályozóberendezések, villamos hajtások, teljesítményelektronikai berendezések, számítástechnikai eszközök, numerikus szerszámgép-vezérlések, műszeres folyamatszabályozások és számos egyéb, az automatika körébe tartozó berendezés és rendszer fejlesztésével, tervezésével, és gyártásával foglalkozik.

A VILATI főbb tevékenységi körei

Villamos vezérlés és hajtásszabályozás

A mezőgazdaság automatizálásánál:

- állattartó épületek megbízható üzemi klíma-szabályozása
- terményszárítási folyamatok automatizálása
- növényházak öntözésének, árnyékolásának és szellőztetésének automatizálása
- sertéshízlaló telepek teljes automatizálása
- tojó- és húscsirke telepek üzemének teljes automatizálása
- terményszárító és tároló telepek teljes automatizálása
- gyümölcsválogatás automatizálása

Az élelmiszeripar automatizálásánál:

a konzervipar, húsipar, hűtőipar, tejipar, szeszipar, söripar, gabonafeldolgozás, malomipar, cukoripar, baromfiipar, valamint a sütőipar vezérlő és szabályozó berendezései.

A könnyűipar automatizálásánál:

az alumínium és bauxitfeldolgozóipar, papíripar, textilipar, nyomdaipar, bőr- és cipőipar, valamint a bútoripar és fafeldolgozó telepek automatikái, irányító berendezései.

A textilipar automatizálásánál:

- vezérlés-, jelzés-, és reteszelési feladatok
- helyi műszerezés és szabályozás
- elektronikus fonaltisztítók
- hőmérsékletszabályozók
- folyadékszintszabályozók
- folyamatos gépsorok automatizálása
- termelésirányítás

Rendszertechnikai berendezések és ezek perifériális egységeinek tervezése, gyártása

- Termelésirányítás és adatgyűjtő rendszerek
- Fénytájékoztató rendszerek
- Telemechanika rendszerek
- Utastájékoztató rendszerek
- Közúti forgalomirányítás
- Vasúti (távolsági) automatikus helyfoglaló és jegykiadó rendszer

Vízgazdálkodás automatizálása

- a hidrológiai adatgyűjtés
- a vízkormányzás
- a bel- és árvízvédelem
- az öntözés
- a vízellátás, csatornázás
- a vízkezelés

Irányítástechnikai rendszerek, vezérlő és szabályozó berendezései

- helyzet- és sebesség szabályozások, műveleti sorrendvezérlések
- rögzített programos (főképp helyzet- és fordulatszámszabályozásra, sorrendvezérlésre) automatikák (prediktív vezérlés)
- számítógépes adatgyűjtés, mérőhelyek kiépítése, mérési adatoknak a kezelő személyzet felé történő kijelzése
- folyamatirányító számítógép alkalmazása a szabályzókhoz szükséges alapjelek *on-line* üzemben történő meghatározására, művelet vezérlésére stb. (adaptív vezérlés)
- üzemirányító számítógép alkalmazása gyártásirányításra, automatikus anyagfolyamat követésre, adatfeldolgozásra stb.

Digitális számítás-, ill. szervezéstechnikai egységek tervezése, gyártása

- Numerikus vezérlőberendezések
- Ügyviteli kisszámítógépek
- Lyukszalagos adatelőkészítő és feldolgozó berendezések

— Szervező és számlázó automaták
— Csillagászati távcsővezérlés
— Nyomdai regiszterszabályozó berendezések

Önálló gépek és berendezések vezérlő és szabályozó berendezései

Építésügyi ágazat automatizálása

Az építőipari automatizálás legfőbb köre, a gépek vezérlése és szabályozása, valamint a minőségellenőrzés automatizálása.

— *Építőiparban:* házgyári termelés, beton elemgyártás, épületgépészet
— *Építőanyagiparban:* téglaipar, cserépipar, szigetelőanyagipar, cement és mészipar, üvegipar, finomkerámiaipar

Kohászati és gépipari ágazat automatizálása

— vas- és színeskohászat segédüzemei
— nagyolvasztók, hengerművek
— acélgyártó kemencék, csőgyárak, kábelgyártó-dróthúzó berendezések

Vegyipari ágazat automatizálása

— festőüzemi konvejor vezérlése
— gumiipari berendezések vezérlése (kalanderek)
— műanyag és festéküzemi berendezések vezérlése
— vegyikombinátok teljes automatizálása, műszerezése (központi vezérlőtermek)
— nitrogén műtrágya gyártás automatizálása

Olajipar ágazat automatizálása

— kőolaj- földgáztermelés műszerezése, szabályozása
— mérésautomatizálás, eredmények értékelése, célszámítógép alkalmazása
— tartályparkok automatizálása, műszerezése

Sport célú automatikák

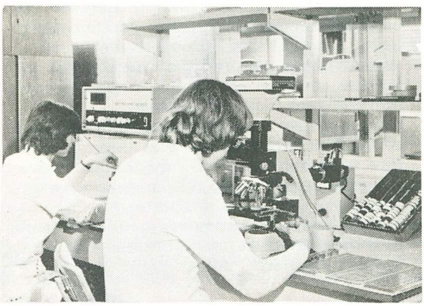
— tekepályák automatizálása
— eredményhirdető berendezések

A VILATI Villamos Automatika Intézet

központja Budapesten, a gyártóbázisa Egerben van.

Az Intézet több mint 2000 fő, műszakilag-szakmailag jól képzett dolgozóval látja el felelősségteljes feladatát. A VILATI gyártóbázisa az ország legmodernebb létesítményei közé sorolható, és technikai felszereltségét tekintve a legbonyolultabb, legprecízebb elektronikus berendezések kisérleti és sorozatgyártására alkalmas gyár.

Villamos Automatika Intézet
Bp. 1253 I. Krisztina krt. 55.
Telex: 22-5042



Gyártásközbeni műszeres ellenőrzés



IC-elemek ültetése szalagrendszerben

Dr.MAGOSNÉ, KALLÓS KATALIN
(FE-Pneumatika Műszaki Iroda)

PNEUMATIKUS IPARI ROBOTOK ELEKTROMOS RENDSZERE

A Finomszerelvénygyárban 1974-ben kezdődött el a hazai fejlesztésű, pneumatikus hajtású ipari robot tervezése. A robot elektromos vezérlésű változatát ismerteti a cikk, szorosan kapcsolódva a jelen számban közölt — a pneumatikus változatra vonatkozó — cikkhez. (Talyigás—Uzon: Első magyar ipari pneumatikus robot)

ETO: 681.527.35
62—519

A robotok kialakítását vizsgálva a hajtás-, a pozícionáló és a vezérlőrendszerek százalékos elterjedése tekintetében az alábbi megállapításokat lehet tenni:

— az alkalmazott hajtásrendszerek
  - pneumatikus 40%
  - hidraulikus 55%
  - elektromos 5%
  - (a hibrid rendszerek igen ritkák)

— a különböző pozícionáló rendszerek
  - analóg 25%
  - digitális 28%
  - rögzíthető vagy állíthatós ütközés 47%
  - (Az utóbbi kivitel elvileg egyszerűbb felépítésű és olcsóbb a másik kettőnél, ezért elterjedtebb)

— az alkalmazott vezérlő rendszerek
  - pozícionáló (point to point) 90%
  - pályavezérlés (continuous-path) 10%
  - (néhány kivitel mindkét rendszert tartalmazza).

A pneumatikus robotok vezérlési rendszere: pneumatikus vagy elektromos. Jelenleg az elektromos vezérlés jóval elterjedtebb, ez olcsóságának és gyors működési sebességének köszönhető.

Természetesen vannak olyan munkahelyek, ahol a pneumatika előnyei kerülnek előtérbe, pl. robbanásveszélyes és korróziós környezetben.

Hazánkban az első pneumatikus ipari robot 1974—1975-ben készült el a Finomszerelvénygyár — Egerben (FE) az OMFB megbízásából és támogatásával. Ugyanazon kinematikával rendelkező pneumatikus ipari robot mindkét vezérlése — pneumatikus és elektromos — is elkészült, sőt az elektromos vezérlés nyújtotta lehetőségek adták az ötleteket a pneumatikus vezérlés megtervezéséhez (pl. alaphelyzetellenőrzés, 1-lépéses vezérlés stb.). Az elkészült két vezérlés — a működési sebességet leszámítva — ugyanazon feladat ellátására alkalmas.

Elektromos vezérlő rendszer pneumatikához

A pneumatikával foglalkozó szakemberek számos esetben tapasztalják, hogy a pneumatikus berendezések vezérlése olyan bonyolulttá válhat a sok teljesítendő feltétel miatt, hogy tisztán pneumatikus vezérlő elemek felhasználásával nem érdemes vagy nem lehet megoldani. Ilyen esetekben hibrid rendszer alkalmazása célszerű, azaz az összetett vezérlési feladatokat elektromos vagy elektronikus elemek felhasználásával kell megoldani. A vezérlőkörök által kiadott végrehajtó jel elektropneumatikus jelátalakítón (mágnesszelepek) keresztül jut a végrehajtószervekhez (pneumatikus hengerek).

A pneumatikával foglalkozó szakemberek azonban rendszerint nem ismerik az elektromos vezérlőköröket, a vezérléseket tervező villamos szakemberek viszont a pneumatikus hengerek viselkedésével nincsenek tisztában. Tehát egy adott feladat megoldásához két szakemberre volt szükség.

Ezen problémák megoldását az elektromechanikus vezérlőrendszerek jelentik, amelyek a pneumatikus vezérlőrendszerek mintájára pneumatikus hengerek vezérléséhez készülnek.

Megértésük igen egyszerű és nagyon bonyolult feladatok megoldására alkalmasak. A híradástechnikában már kipróbált és bevált elemekből épülnek fel. Alkalmazási területük igen széles, de főként követő vezérlések esetén jönnek számításba.

Alkalmazhatók ipari robotok, megmunkáló, szerelő, mérő, szállító stb. gépek és berendezések vezérlésére. Segítségükkel bonyolult mozgásfolyamatok vezérlése könnyen összeállítható.

Típusai és részegységei

A pneumatikus rendszerekhez kapcsolható elektromos vezérlés két alaptípusa használa-

tos különböző változatokban, éspedig a reléláncelven működő, valamint a lépésválasztóval működő típus.

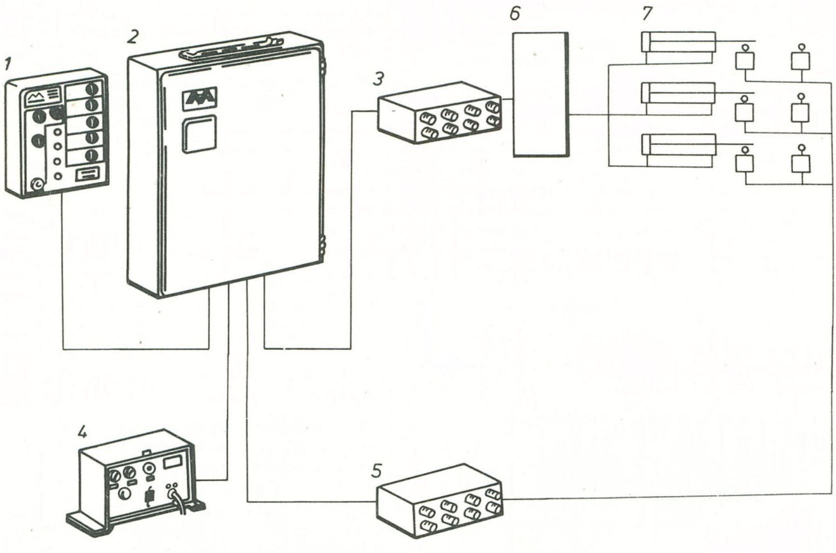
E két típussal különböző lépésszám érhető el egy adott feladatnál. A maximális lépésszám 60 lehet, ami kétoldali működésű pneumatikus hengereket véve alapul, 30 henger vezérlését teszi lehetővé egy cikluson belül. (Ha a henger többször mozog egy cikluson belül, akkor az külön lépésszámnak számít.) Ennyi henger adott sorrend szerinti mozgatása — ha lehetséges is — pneumatikus vezérlés segítségével igen bonyolult, drága, sok hibaforrást tartalmazó rendszert eredményezne.

A pneumatikus berendezéseket vezérlő rendszer mindkét típusa az *1.ábrán* látható fő egységekből áll.

Reléláncos rendszer

A 2. ábra egy 8 lépéses reléláncot szemléltet. A lépésszám több ilyen rendszer összeépítésével növelhető. A relélánc reléi meghatározott sorrendben működnek. Az 1-es számú relé a munkaciklus első mozgásának ad impulzust, a 2-es számú az ezt követőnek stb. Minden egyes mozgás végrehajtásakor nyugtázó jel fut ki, amely a reléláncot egy lépéssel tovább kapcsolja a következő reléhez. Ez a relé a ciklus szerinti következő mozgáshoz ad ki indító impulzust, majd a lánc utolsó reléjéhez érkező nyugtázó jelet az első relé bekapcsolásához lehet ismét felhasználni.

Az ilyen rendszerben mindig csak egy relé működik, így csak ezen mehet át a nyugtázó jel. Valamely végálláskapcsoló nem megfelelő időben történő működtetésekor kifutó hibás impulzus nem tud zavart okozni.



1. ábra: 1. Kezelőtábla; 2. Vezérlőszekrény; 3. Csatlakozó doboz; 4. Tápegység; 5. Csatlakozó doboz a bemenő jelekhez; 6. Elektromos vezérlésű szelepek; 7. Hengerek; 8. Elektromos végálláskapcsolók

A tápegység a működtetéshez szükséges 24 V egyenfeszültséget állítja elő.

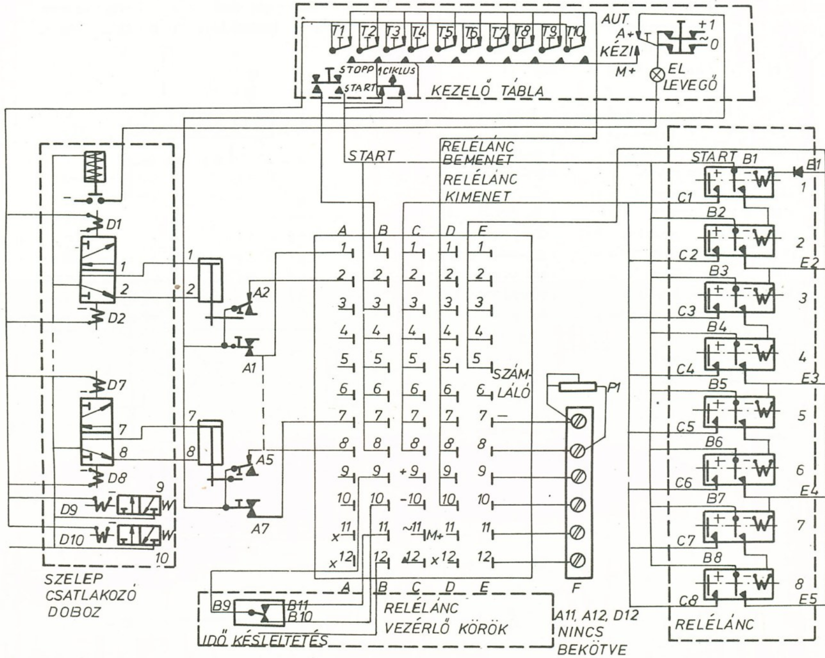
A vezérlőszekrény olyan elektromos köröket tartalmaz, amely a géptől érkező jeleket befogadja, feldolgozza, majd az előprogramozási sorrendben ismét a géphez továbbít jeleket. A csatlakozó dobozokon keresztül lehet megvalósítani a vezérlőszekrény és a gép végálláskapcsolói, valamint a vezérlőszekrény és a mágnesszelepek közötti kapcsolatot.

Lépésválasztós rendszer

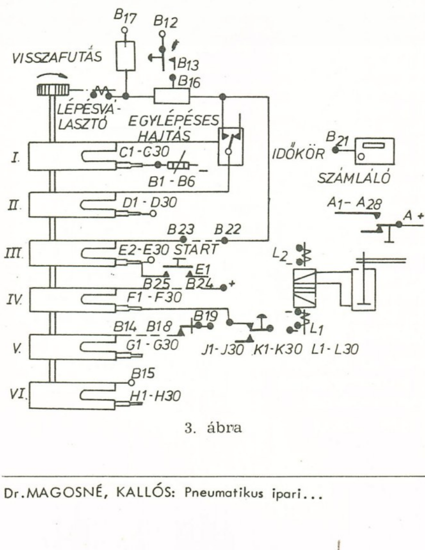
A *3. ábrán* látható lépésválasztó fordulatonként meghatározott számú lépést tesz meg. Hat egymás alatti síkban helyezkednek el a lépésszámnak megfelelő számú érintkezők,

amelyeken rugós érintkező csúszik és így minden lépésnél másik érintkezőn keresztül zárja az áramkört. Így ez a rendszer sem ad ki impulzust a végálláskapcsoló hibás működtetésekor.

Mindkét rendszernél — a reléláncos és a lépésválasztós típusnál — egyaránt késleltethetők az egymás utáni parancsok és alaphelyzet-ellenőrző áramkör biztosítja azt, hogy új automata ciklus csak akkor indítható,



2. ábra



3. ábra

ha az összes pneumatikus henger a megkívánt alaphelyzetben van.

Mindkét rendszer programozható programdugasz segítségével, a programok előre elkészíthetők, tárolhatók, így a programváltás gyorsan végrehajtható.

Pneumatikus ipari robot elektromos vezérlése

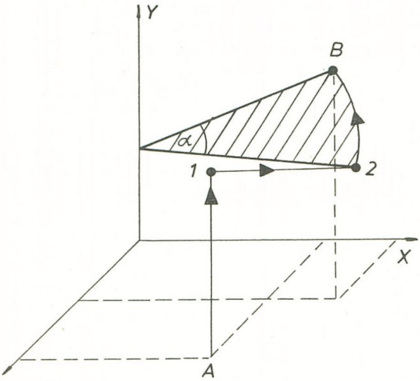
Az előzőekben röviden ismertetett elektromos vezérlőrendszer — amely kompletten a svéd L. M. Ericsson cég terméke, de könnyen összeállítható kereskedelemben kapható híradástechnikai alkatrészekből — alkalmasnak bizonyult arra, hogy az FE-ben készülő pneumatikus hajtású robotot vezérelje. (Ennek a robotnak pneumatikus vezérlésű változatát az Automatizálás jelen száma „Első magyar pneumatikus ipari robot" címen ismerteti.)

A pneumatikus ipari robot mozgása az 5 szabadságfoknak megfelelően 5 kettős mozgásra vezethető vissza. Ezek az X (vízszintes), Y (függőleges) koordináta mozgások, az α szögelfordulás, valamint a megfogás és a csukló mozgás.

Az elkészült robotnál ez utóbbi két mozgás csak két szélső helyzetben állhat le, míg a másik három (X, Y és α) a végzendő feladattól függően közbenső helyzetekben is meg kell hogy álljon.

A *4. ábrán* láthatóan az a feladat, hogy az A ponton levő alkatrészt az ipari robot helyezze át a B pontra. Ezt az ipari robot úgy hajtja végre, hogy az A ponton levő alkatrészt megfogja (tegyük fel, hogy A ponton állt az ipari robot megfogója), majd Y-irányú függőleges mozgást végez az 1. pontig. Az 1—2. pont közötti utat X-irányú vízszintes mozgással teszi meg, majd a 2. ponttól B-ig forgó mozgással teszi meg az adott síkban az α szögelfordulást. A B ponton nyit a megfogó és leteszi a munkadarabot.

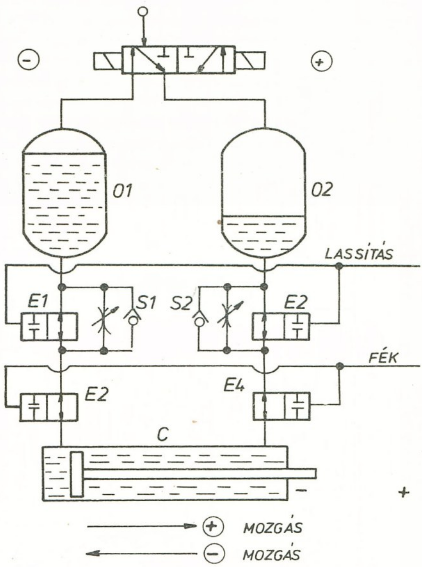
A és B pontokon csuklómozgás is történik. Ezek után vagy tovább halad a robot, vagy visszamegy újabb munkadarabért az előző úton az A pontba. A példában szereplő A, B, 1, 2 pontok nem véghelyzetei a mozgásokat vezérlő hengereknek.



4. ábra

A pneumatikus kétoldali működésű hengerek és a forgató hengerek azonban csak a két véghelyzetben állnak meg. Meg kellett oldani a közbenső megállásokat, valamint a megállások előtti lassításokat. Ennek érdekében a kívánt megállási helyeken mikrokapcsolópárokat kellett elhelyezni a mozgások mentén, melyek közül az egyik a lassítás kezdetére, a másik pedig a mozgás megállítására adja a parancsot.

Az *5. ábra* szemlélteti a koordináta-mozgásokat végrehajtó hidropneumatikus kört. Az olaj a pontos megálláshoz szükséges, mivel a pneumatikus hengerek a levegő összenyomhatósága miatt nem alkalmasak pontos közbenső megállásokra. Az α mozgás vezérlőköre hasonlóan épül fel, csak forgatóhenger helyettesíti a kétoldali működésű hengert. A



5. ábra

hengerek vezérlése elektromágneses szelepekkel történik. A henger mindkét irányú mozgását lassítani és fékezni kell. Ezt szolgálják a henger és a tartályok közötti vezetékbe épített kétutú szelepek (E1, E2, E3, E4) és a fojtó-visszacsapó szelepek (S1, S2). Amikor a mozgás során valamely lassítást indító mikrokapcsolót működteti a rendszer, akkor jel fut ki az E1, E3 kétútú szelepekhez, amelyek normál nyitott működésűek és így zárnak, tehát a henger (és az adott mozgás) az S1 vagy S2 fojtó-visszacsapó szelep által meghatározott sebességgel fog mozogni.

A megállás helyein levő mikrokapcsolók a fékezésre adnak ki parancsot, ezzel zárnak az E2, E4 kétútú szelepek és a mozgás a kívánt közbenső helyzetben leáll.

Tehát az X, Y, α irányú mozgásoknál az alábbi eseményeknek kell lejátszódniok minden egyes lépésnél:

— fék oldása

— mozgás indítása
— lassítás
— fékezés a megállás helyén
— léptetés a következő lépésre.

A lassítást mindhárom mozgás esetén ugyanazon a lassító szelepen keresztül lehet biztosítani, míg a fékezést és fékoldást mozgásonként egy-egy szeleppel kell megoldani.

A fenti eseménysor biztosítására a 30-lépéses (amennyiben több megállásra van szükség, akkor 60 lépésre kibővített változatú) lépésválasztós rendszer némi átalakítással alkalmasnak bizonyult.

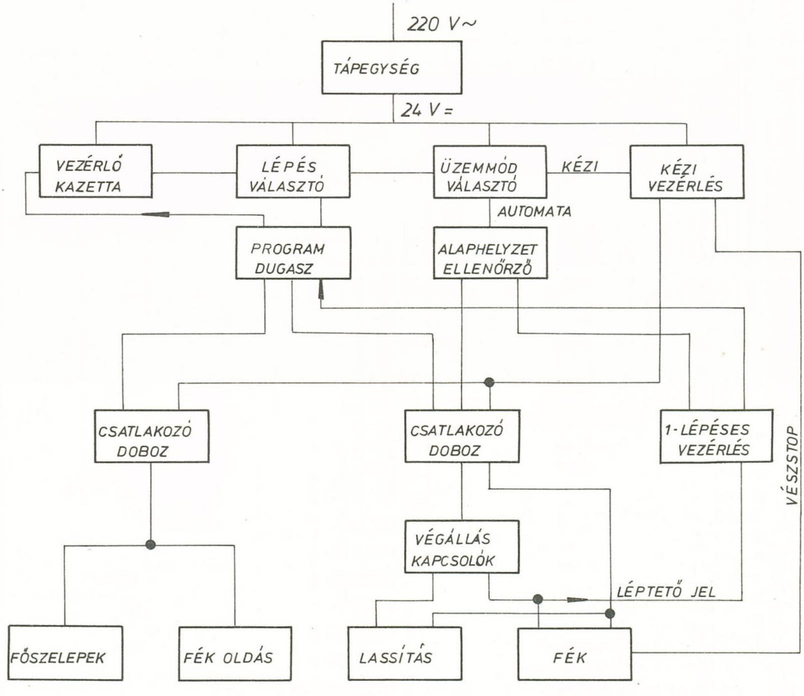
Az eredeti 30-lépéses elektromos vezérlő rendszer nem alkalmas pneumatikus hengerek tetszőleges közbenső helyzetekben történő megállítására. A rendszerben található vészstop működtetésekor a rendszerben levő vezérlő szelepek elvesztik feszültségüket. Az ipari robotnál biztosítani kellett, hogy vészstop esetén az előbbi funkció mellett a fékek működésbe lépjenek.

A lépésválasztó átalakítása az ipari robothoz

A *6. ábra* a rendszer blokkvázlatát mutatja. A fentiek kielégítése céljából átalakításokat hajtottunk végre a lépésválasztón *(7. ábra)*. A lépésválasztó mind a hat síkját felhasználtuk. A D-síkra kell kötni az X, Y és α irányú mozgások alaphelyzetét és megállási helyet kijelölő mikrokapcsolókat: $A_0 \ldots A_{2n}$ (ahol n a megállási helyek számát jelöli).

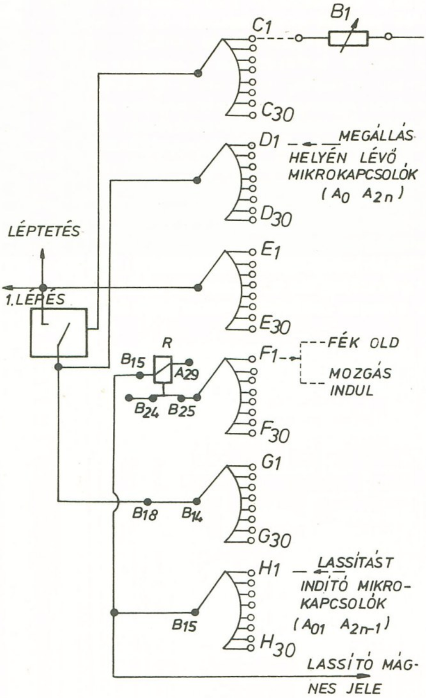
A másik két mozgás esetén (megfogás és csukló mozgás) nincs szükség közbenső megállásra, így ezek véghelyzeteiben levő mikrokapcsolókat az E-síkra kell kötni. A végálláskapcsolók megfelelő síkra való bekötése csatlakozó dobozon keresztül történik. Az E-síkra befutó nyugtázó jel közvetlenül lépteti a rendszert a következő lépésre, míg a D-síkra érkező jel csak egy előre beállított idő elteltével (mely a B1—B6 potenciométereken állítható be) léptet.

Az F-síkról fut ki a parancs a fék oldására és a mozgás indítására, azaz jelet kap az adott



6. ábra

henger fékoldó mágnesszelepe és vezérlő szelepének valamelyik oldala. A H-síkra érkeznek a lassítást indító mikrokapcsolók jelei (A_0, A_{2n-1}). A G-síkról fut ki a fékező mágnesszelepekhez a megállási parancs.

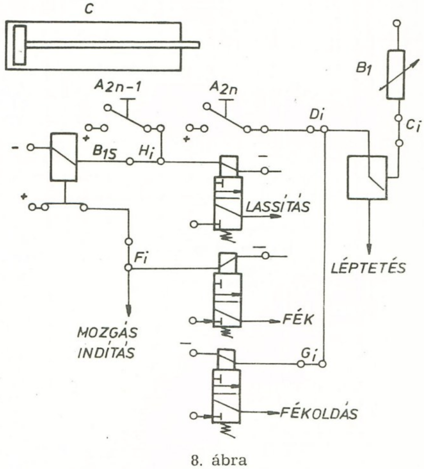


7. ábra

A robotvezérléshez beépített R relé arra szolgál, hogy az 1-lépéses üzem is biztosítva legyen. Ezzel elérhető, hogy ugyanazon lépésen belül elvégezhető a fékoldás, mozgás, lassítás, fékezés és beállítás a következő lépésre. Az 1-lépéses üzemmódban a lépésválasztó rendszer az adott lépéshez tartozó feladatát látja el, azonkívül eggyel tovább lépteti a rendszert. Ez azt jelenti, hogy a robotot a lépés végén nem lehetne megállítani, mert még az ugyanazon mozgáshoz tartozó fékoldó jel is élne. Folyamatos üzemnél ez a jelenség nem okozna zavart, mert akkor egy lépésen belül fékeznénk az előző mozgást és oldanánk az adott lépéshez tartozó mozgást.

Az R relé a lassító jel megjelenésével bontja az F-sík áramkörét, tehát a fékoldó jelet megszünteti, így a fékező jel ki tud menni. Ezért van szükség az időkésleltetésre is.

A *8. ábrán* láthatóan a robot indításakor az F-sík adott érintkezőjén keresztül kap jelet a fék oldását biztosító és a mozgást indító szelep. Amikor a henger eléri a program által előírt megállási hely előtti lassítást indító mikrokapcsolót (ez az M-sík ugyanazon számú érintkezőjére van kötve, mint ahányas számú F-síkbeli érintkezőről a fékoldó és a mozgásindító jel kifutott, mivel ezek a műveletek a lépésválasztó azonos lépésében történnek). Ekkor a lassítás vezérlését biztosító mágnesszelephez jut a jel, amelynek hatására a kétútú szelepek zárnak, a mozgás lelassul. Ugyanakkor az R-relé is behúz, tehát az F-síkról vezérelt szelepek (fékoldás, mozgásindítás) vezérlő feszültségét bontja. Így elvesztik vezérlő jelüket. A lassító mozgást végző henger a megállás helyét elérve működteti az ott levő mikrokapcsolót, amely a D-sík megfelelő számú érintkezőjével van összekötve. Ekkor egyrészt jel fut ki a G-sík azonos számú érintkezőjén keresztül a fékbehúzó szelephez, másrészt a B1 potenciométer által beállított idő elteltével a lépésválasztó eggyel tovább lép. A következő lépés ismét fékoldással és mozgásindítással kezdődhet, mert az R-relé már elengedett állapotban van ismét, egészen a következő lassítás kezdetéig.



8. ábra

Az így átalakított rendszerrel tehát megvalósítható a tér tetszőleges, előre meghatározott pontján történő megállás. 30-lépéses egységet alkalmazva — a véghelyzeteket kivéve — az

X, Y α irányú mozgások mentén 19 közbenső helyzet valósítható meg, amelynél többnyire egy adott gép kiszolgálásánál nincs is szükség. Másik feladat esetén ez a 19 közbenső helyzet a mikrokapcsolók elhelyezésével tetszőlegesen változtatható. 60-lépéses egységgel a közbenső megállások száma 49-re növelhető.

Az elektromos vezérlőrendszerben lehetőség van minden mozgás kézi indítására, leállítására, 1-lépéses és automatikus működtetésre. Amennyiben nem használjuk ki az összes lépésszámot, úgy biztosítani kell, hogy az utolsó programmű-lépésről az elsőre ugorjon vissza a lépésválasztó. A berendezésben levő vészstop tulajdonképpen több relépárt tartalmaz, s azt használják ki, amely működtetésre bont, így a rendszer feszültségét elveszti. A szabadon hagyott záró érintkezőpárt relé közbeiktatásával fel lehetett használni a fékek behúzására.

A vészstop elengedése után újabb ciklus csak alaphelyzetből indítható, az automata ciklus nem folytatódhat.

Programozás

Az előzőekből látható, hogy az ismertetett elektromos vezérlőrendszer alkalmas az ipari robot pozícionáló feladatának kielégítésére.

Az ipari robotokkal szemben támasztott másik követelmény, a programozhatóság.

Ez programdugaszok segítségével történik. A programdugaszon mind a 6-síknak, a potenciométereknek, a vezérlendő szelepeknek, valamint a mikrokapcsolóknak megtalálható a kivezetése. Így a megfelelő érintkezők összeforrasztásával gyorsan elkészíthető a program a leírt működési ciklus szerint. Több program is elkészíthető előre, ezek tárolhatók. Így az átállás igen rövid időt vesz csak igénybe.

Összefoglalás

A Finomszerelvénygyárban elkészült ipari robot kétfajta (pneumatikus és elektromos) vezérlése között sokféle tényező figyelembevételével kell egyik vagy másik javára dönteni. Az alkalmazási feladat, a munkakörnyezet a legdöntőbb a kiválasztásnál. Nem szaban azonban figyelmen kívül hagyni a megbízhatóságot, a működési sebességet és persze a gazdasági megfontolásokat sem.

Jelenleg mindkét rendszerhez külföldi vezérlő elemeket használtunk fel. A pneumatikus vezérlés az NDK-beli DRELOBA rendszer segítségével, míg az elektromos vezérlés a svéd L. M. Ericsson—Mecman rendszer felhasználásával valósítható meg.

• • •

HUDÁKY JÓZSEF
(FE-Pneumatika Műszaki Iroda)

A PNEUMATIKUS HENGEREK DINAMIKUS JELLEMZŐI

A pneumatikus rendszerek leggyakoribb végrehajtó eleme a munkahenger. Működését áramlástechnikai törvények határozzák meg. A henger munkafolyamatának elemzése a gázdinamikai törvények alapján a felhasználó számára segítséget nyújt a henger helyes kiválasztásához és a várható mozgásjellemzők meghatározásához.

ETO: 681.523.5

Az energia átalakítására aligha találhatunk egyszerűbb gépelemet egy pneumatikus munkahengernél. Ez nemcsak a szerkezeti kialakításra, hanem működési elvére is vonatkozik. Eltekintve attól az igen egyszerű esettől, amikor a henger munkadarabot rögzít, a henger által kifejtett erő szoros összefüggésben van pl. a levegő áramlási viszonyaival. A munkahenger működési sajátosságait az energiahordozóként használt levegő fizikai tulajdonságai és a gázdinamikai törvények határozzák meg. Ebből fakadnak a pneumatikus munkahenger használhatóságának korlátai is. Az alkalmazási területek igen nagy százalékában a pneumatikus henger használhatóságának éppen a határterületén mozgunk. Ezekben az esetekben feltétlenül szükséges a henger munkafolyamatának elemzése a gázdinamikai törvények segítségével. E cikk célja az, hogy a pneumatikus munkahengerek felhasználói számára adjon némi tájékoztatást a hengerek alkalmazása során várható erő; sebesség; működésbiztonság; élettartam stb. viszonyokról a különböző terhelési esetek mellett.

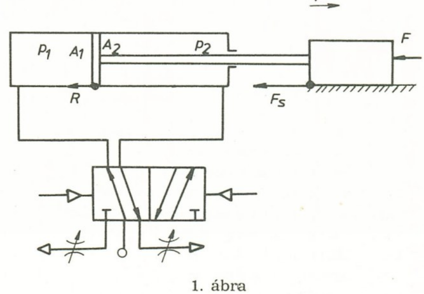
Erő és ellenerő

Egy henger dugattyúmozgásának sebességét és erejét — hasonlóképpen, mint pl. motoroknál — a működésével ellentétesen ható erők határozzák meg. A henger által kifejthető erő nagyságát a hatásos dugattyúfelületekből és az ezekre ható nyomásokból határozhatjuk meg. Ezzel az erővel szemben hat a mozgatott tömeg tehetetlenségéből és súlyából származó erő, a súrlódási erő, az ürülő hengerkamrában levő ellennyomásból származó erő stb. Mozgás közben a dugattyú erőegyensúlyát az *1. ábra* alapján vizsgálhatjuk.

$$p_1A_1 - p_2A_2 - R = F + F_s + F_a$$

ahol

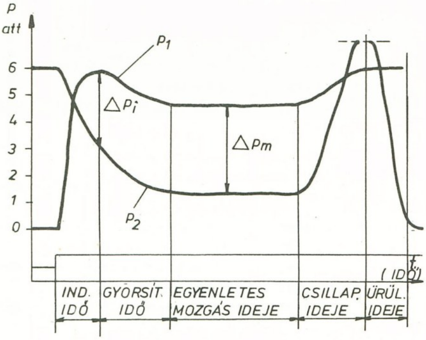
p_1 = nyomás a plusz hengertérben
p_2 = nyomás a minusz hengertérben
A_1 = a teljes dugattyúfelület
A_2 = a dugattyúrúdfelülettel csökkentett dugattyúfelület
R = a henger belső súrlódásából eredő ellenállása ($R = 0{,}1$—$0{,}2p_1A_1$)
m = a mozgatott szerkezet redukált tömege
F = a mozgatott szerkezetre ható redukált külső erő
F_s = a mozgatott szerkezetben ébredő redukált súrlódási erő
F_a = m tömeg gyorsításához szükséges erő



1. ábra

Első lépésként elemezzük a hengerkamrában uralkodó p_1 illetve p_2 nyomások változását egy teljes löket alatt az idő függvényében. A *2. ábra* mutatja a nyomás diagramot „plusz" mozgás közben. Az ellentétes dugattyúmozgás elvileg teljesen azonos képet mutat. A henger működtetését ellátó — az *1. ábrán* láthatóan — 4/2-es főszelep átállításának pillanatában indul a p_1 nyomás növekedése, melyet az úgynevezett töltési görbe szemléltet. Ugyanakkor a p_2 nyomás csökken az ürülési görbe szerint. A p_2 nyomás csökkenésének üteme jelentősen kisebb, mint a p_1 növekedésének üteme. Ennek oka főképpen a két térfogat nagysága közötti különbségre vezethető

vissza. Természetesen a dugattyú mozgása mindaddig nem kezdődik el, míg a mozgással szemben ható erők összegéből számítható p_1-p_2 nyomáskülönbség ki nem alakul. Ezt az időt indítási időnek nevezhetjük. Nagyon gyors folyamatoknál szükség lehet ennek az időnek a meghatározására. Az indítási időt — mint az a diagramból is látható — az ürülési görbe határozza meg. Nagysága a következő tényezőktől függ: a kiáramlás keresztmetszete, a henger lökettérfogata, és a p_1-p_2 nyomáskülönbség (vagyis a terhelés).



2. ábra

A dugattyú mozgása

Amikor a p_2 nyomás annyira lecsökken, hogy a mozgással szemben ható erők legyőzéséhez szükséges nyomáskülönbség kialakult, megkezdődik a dugattyú mozgása. Ettől kezdve a p_1 illetve p_2 nyomásértékeket az áramlási jelenségek szabják meg. Egyre nagyobb az időegység alatt a növekvő pozitív hengerkamrába beáramló levegőmennyiség, növekszik az áramlási sebesség és ezzel együtt nőnek az áramlási veszteségek. Ezért a p_1 értéke a gyorsítási szakaszban az áramlási veszteséggel csökken. A p_2 nyomás értékét két ellentétes tendencia befolyásolja:

Egyrészt a kipufogó nyíláson kiáramló levegőmennyiség hatására az ürülési görbe szerint csökken a nyomás, másrészt erre a nyomásra szuperponálódik a dugattyú mozgása miatt a „mínusz" kamrában létrejövő kompresszió okozta nyomásnövekedés. Amennyiben a két hatás egyensúlyba kerül, kialakul a henger tényleges terheléséből adódó állandó p_2 nyomás. Ettől kezdve nincs gyorsulás, állandósult állapot jön létre, amelynél változatlan terhelés esetén egyenletes sebességgel mozog a dugattyú.

A gyorsítási szakaszban a p_1 és p_2 nyomások különbségéből származó erő nagyobb az $F + F_s$ mozgással szemben ható erőnél. Az F_a erőtöbblet a dugattyúhoz kötött tömeg gyorsítását végzi. A henger által ténylegesen leadott erő változását a *3. ábra* mutatja, ahol

F_{so} = a nyugvásbeli súrlódási idő
F_s = a mozgásbeli súrlódási erő

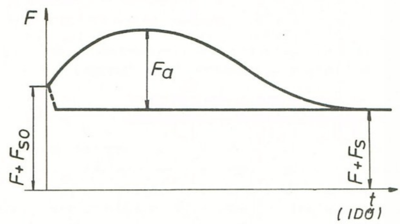
A kialakult — állandósult — állapotban vizsgáljuk meg a dugattyú mozgását befolyásoló tényezőket a gázdinamikai törvények alapján.

Az összenyomható közegre érvényes Bernoulli egyenlet alapján meg tudjuk határozni a henger „mínusz" kamrájából kiáramló levegő sebességét a legszűkebb átáramlási keresztmetszeten. Ez természetesen a henger működtetésére szolgáló 4/2-es szelep kipufogó csatlakozására illesztett fojtószelepben lesz. A Bernoulli egyenlet csak súrlódásmentes gázra érvényes (ezt a körülményt később fogjuk figyelembe venni).

A levegő áramlási sebessége:

$$u = \sqrt{\frac{2\varkappa}{\varkappa-1}\frac{p_2}{\varrho_2}\left[1-\left(\frac{p}{p_2}\right)^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}\right]}$$

ahol p a gáz nyomása a fojtási keresztmetszetben.



3. ábra

Az időegység alatt kiáramló gáz tömege:

$$m = \varrho\, u\, A_f$$

ahol A_f a fojtási keresztmetszet; minthogy a kiáramlás során adiabatikus állapotváltozás történik, tehát

$$\varrho = \varrho_2\left(\frac{p}{p_2}\right)^{\frac{1}{\varkappa}}$$

Vizsgáljuk meg, hogy az állandó p_2 feltételezésével és adott külső környezeti nyomás (p_0) esetén van-e a kiáramló tömegnek a $\left(\frac{p}{p_2}\right)$ függvényében szélső értéke.

A szélsőérték-számítás szabályait követve differenciáljuk az egyenletet $\left(\frac{p}{p_2}\right)$ szerint és tegyük egyenlővé 0-val.

A művelet elvégzése után kapjuk:

$$\frac{p}{p_2} = \left(\frac{2}{\varkappa + 1}\right)^{\frac{\varkappa}{\varkappa - 1}}$$

behelyettesítve $\varkappa = 1{,}4$ értéket

$$\frac{p}{p_2} = 0{,}528$$

Tehát a kiáramló tömegnek maximuma van $\left(\frac{p}{p_2}\right) = 0{,}528$ értéknél.

Ábrázoljuk az $\frac{m}{m_{max}}$ függvényt $\frac{p}{p_2}$ függvényében *(4. ábra)*.

Azt a nyomásarányt, amelynél a kiáramló tömeg maximuma jelentkezik, tehát a $\frac{p}{p_2} =$ 0,528 értéket, kritikus nyomásviszonynak nevezzük.

Amennyiben ezt a nyomásviszonyt az áramlási sebességre kapott összefüggésbe behelyettesítjük, akkor a fojtási keresztmetszetben áramló gáz állapotjelzőinek megfelelő hangsebességértéket, azaz a helyi hangsebességet kapjuk. A tapasztalat az, hogy az áramlás sebessége a helyi hangsebességet nem lépheti túl, csak különleges fúvóka kialakítása esetén (úgynevezett Laval-féle fúvókában). Miután pneumatikus rendszerekben ez nem fordul elő, így ezt az esetet nem vizsgáljuk.

A kritikus nyomásviszony alatt a kiáramló tömegre kapott összefüggés alapján csökkenő kiáramló tömegek kapunk *(4. ábra)*. A görbe szaggatott része által jelzett tömegcsökkenés a valóságban nem áll elő. A kritikusnál kisebb nyomásviszony mellett a kiáramló tömeg állandó. Így $\frac{p}{p_2} = 0{,}528$ esetében a kiáramló tömeg meghatározására szolgáló képletbe $\frac{p}{p_2}$ helyére minden esetben 0,528 érték helyettesítendő be. Ekkor $\chi = 1{,}4$ értékkel:

$$m_{max} = 0{,}484\, A_f \sqrt{2 p_2 \varrho_2}$$

A fojtáson kiáramló levegő tömege — kritikus nyomásviszonynál kisebb nyomásviszony esetén — csak a henger kipufogó kamrájában uralkodó levegő állapotától, a fojtás keresztmetszetétől és az állapotváltozás jellegétől függ (politrop hatványkitevő).

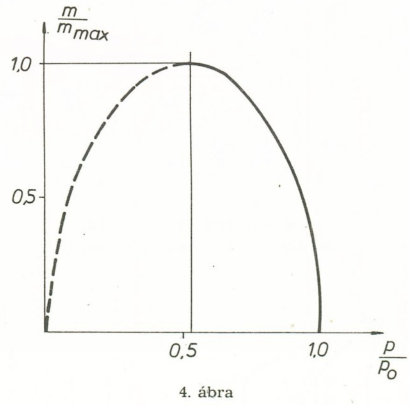
A kiáramló tömeg ismeretében meghatározhatjuk a térfogatáramlást

$\varrho = \frac{p}{RT}$ és $q = \frac{m}{\varrho}$ összefüggések felhasználásával.

Általános gyakorlat, hogy a kiáramló levegő mennyiségét technikai normál állapotra vonatkoztatva adják meg. Ha a p és T helyére a normál állapot értékeit helyettesítjük be és a p_2 nyomású levegő hőmérsékletét 15°C-kal számoljuk

$$q = 0{,}01085\, p_2 A_f\ [\mathrm{Nm^3/min}]$$

A fenti összefüggésben p_2 értékét kp/cm²-ben, A_f értékét mm²-ben kell behelyettesíteni. Ez az összefüggés természetesen súrlódás nélküli ideális gázra vonatkozik. Valóságos gáz esetén nem azonos a teljes áramlási keresztmetszetben a sebesség, hanem a fal közelében kisebb, a hangsebességű áramlás csak a faltól távolabb alakul ki. A valóságos átömlést μ tényezővel kell figyelembe venni, amelynek értéke lamináris áramlás esetén 0,5, turbulens áramlás esetén (gyakorlatilag az általunk vizsgált esetben) 0,5 és 1 között van.



4. ábra

A hengerkamrából kiáramló gáz mennyiségét más úton is megállapíthatjuk. A dugattyú v sebességgel mozog, az állandósult állapotban p_2 nyomás változatlan, tehát a hengerből $A_2 \cdot v$ térfogatú p_2 nyomású levegő távozik. Ez az időegység alatt tehát $A_2 v \cdot \varrho_2$ tömegű levegőt jelent. Ezt átszámolva technikai normál állapotú levegőre a térfogatáram

$$q = \frac{A_2 v \varrho_2}{\varrho} = A_2 v \cdot p_2 \frac{T}{T_2 p}$$

Ha q értékét Nm³/min, v értékét m/s, A_2 értékét cm², p értékét kp/cm² egységekben adjuk meg,

$$q = 0{,}00551\, A_2 v p_2$$

A kiáramló levegő mennyisége és a hengertérből kiszorult levegő mennyisége természetesen egyenlő, tehát

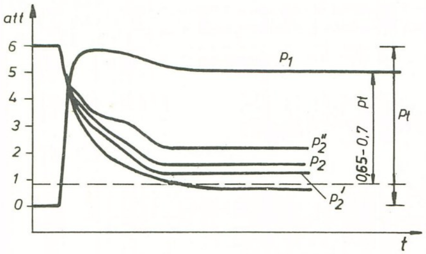
$$q = \mu \cdot 0{,}01085\ p_2 A_f = 0{,}00551\ A_2 v p_2$$

ebből a sebességet kifejezve

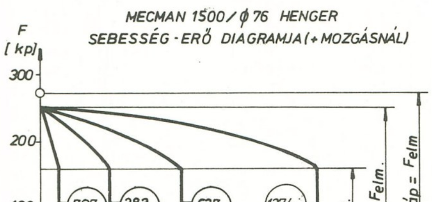
$$v = \mu 1{,}97 \frac{A_f}{A_2}$$

Ebből az összefüggésből levonható leglényegesebb következtetés az, hogy *a henger működési sebessége állandósult állapotban nem fögg* a p_2 nyomástól, tehát *a terheléstől,* akkor ha $\frac{p_0}{p_2} \leqq 0{,}528$.

Miután a henger kipufogása az atmoszférába történik, melynek nyomása $p_0 = 1{,}033$ kp/cm², a kritikus nyomásviszony alapján $p_{2krit.} = 1{,}955$ kp/cm².

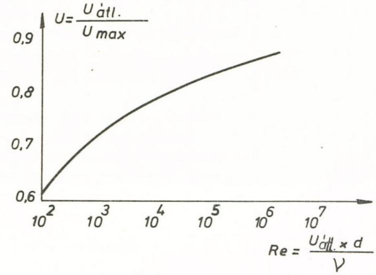


5. ábra



6. ábra

Az 5. *ábráról* megállapítható, hogy a hangsebesség szerinti kiáramlás feltétele mindaddig teljesül, amíg a $\Delta p = p_1 - p_2$ a tápnyomás 70—75%-át nem lépi túl (helyesen méretezett főszelep esetén). Tekintve, hogy eddig a henger belső súrlódását nem vettük figyelembe, amely a henger tényleges hatóerejét kb. 10%-kal csökkenti, megállapíthatjuk, hogy a fenti feltételek akkor teljesülnek, ha a henger viszonylagos terhelési értéke 60—65% alatt van (a viszonylagos terhelés $= \frac{\text{tényleges hatóerő}}{\text{a tápnyomás alapján számítható hengererő}}$). 60—65%-os viszonylagos terhelési érték alatt tehát a henger működési sebessége állandósult állapotban nem függ a terheléstől.



7. ábra

Ezeket a következtetéseket mérési eredmények is igazolják. A méréssorozat 1500 típusú MECMAN hengerekkel történt, 6 att mellett. A görbék a tényleges hengererőt mutatják *(6. ábra).* A 7. *ábra* a μ átáramlási tényező értékeit mutatja a Reynolds-szám függvényében.

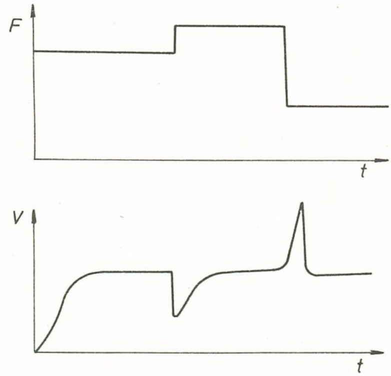
60—65%-on felüli viszonylagos terhelési esetekben a dugattyúsebesség csökkenését a 4. ábrán bemutatott kiáramlási jelleggörbe határozza meg. A mérések is ezzel egyértelmű eredményt adnak.

A dugattyú mozgása változó terhelés mellett

Az eddigi eredményekből a legfontosabb következtetések a löket mentén változó terhelések esetére vonhatók le. Vizsgálódásunk során feltételezzük, hogy a maximális terhelő erő nem haladja meg a 65%-os viszonylagos terhelést. A terhelő erő ugrásszerűen változik, melyet a *8. ábra* szemléltet. A megnövekedett terhelő erőhöz viszonyítva csökken a kipufogó kamrában a p_2 nyomás. Miután a kiáramlás hangsebességgel történik, többletlevegő kiáramlása az adott dugattyúsebesség mellett nem lehetséges, ezért sebességcsökkenésnek kell bekövetkezni. A sebességcsökkentéshez szükséges erőt a $p_2 - p'_2$ nyomáskülönbség fogja szolgáltatni *(5. ábra).* Míg az új p'_2 nyomás nem áll be, a fékezés tart. Ezután gyorsulási szakasz következik, amelynek végén kialakul az új állandósult állapot és a dugattyú sebessége azonos lesz az előzőekben kialakult értékkel. A vázolt átmeneti

szakasz időtartama és a sebességváltozás értéke a terhelésváltozás nagyságán kívül még a mozgatott tömeg nagyságától, a kipufogó kamra térfogatától függ.

Ugrásszerű terheléscsökkenés esetén a p_2 ellennyomás növekedése várható. Mivel a hangsebességű kiáramlás itt sem változhat meg, p_2''—p_2 nyomáskülönbség a terhelésváltozás pillanatában gyorsítani fogja a dugattyú mozgását. A megnövekedett sebesség következtében kompresszió zajlik le a kipufogó kamrában, amelynek során a nyomás eléri a p_2'' új állandósult állapotnak megfelelő értéket. A dinamikus jelenségek miatti túllendülés után lelassuló szakasz következik, mely után az előző sebességnek megfelelő érték áll be. A terheléscsökkenés következtében előálló átmeneti szakasz idejét, valamint a sebességváltozás értékét a terhelésváltozás nagyságán kívül a mozgatott tömeg és a kipufogó hengerkamra térfogata határozza meg.



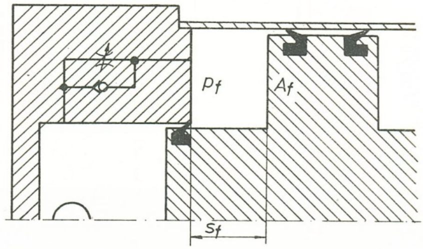
8. ábra

Fékezési szakasz

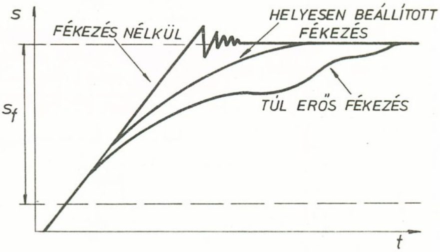
A dugattyú mozgásának utolsó szakasza a fékezés. A dugattyúrúdhoz kötött tömeg gyorsítása viszonylag hosszú úton történik, így már csekély erő hatására is a tömeget megfelelő hosszú úton nagy sebességre gyorsíthatjuk, ekkor nagy mozgási energia halmozódik fel. Ezt a mozgási energiát a löket végén a dugattyú ütközésével veszítjük el. Az ütközési deformáció csökkentése érdekében a hengereket fékező dugattyúval szerelik fel. A fékező dugattyú a löket vége előtt két részre osztja a hengerkamrát, melyből a levegő a szabadba áramlik *(9. ábra)*. A gyűrű alakú kamrából a levegő csak az állítható fojtószelepen keresztül áramolhat ki. A dugattyú mozgása során komprimálja a levegőt, amelynek nyomása rohamosan növekszik.

$$E = \frac{Gv^2}{2g} = S_{cs}p_{cs}A_{cs}$$

A G [kp] súlyú, v [m/s] sebességgel mozgó tömeget a henger S_{cs}[m] hosszú csillapító dugattyúval, A_{cs}[cm²] fékező dugattyúfelület mellett, p_{cs} átlagos nyomással fékezi.



9. ábra

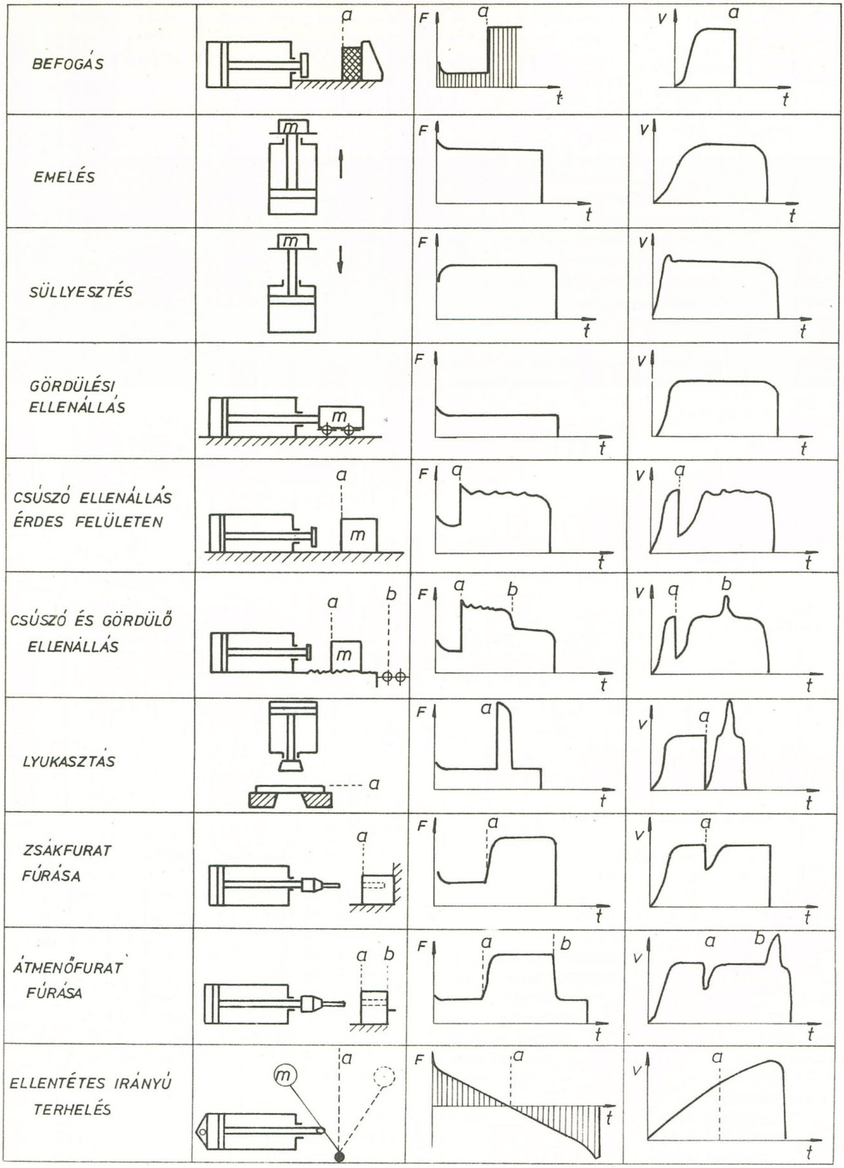


10. ábra

A p_{cs} nyomás a fojtószelep segítségével beállítható. A *10. ábra* helyesen és helytelenül beállított fojtószelep esetén mutatja a fékezési jelenségeket (fékezési út az idő függvényében). Adott típusú és méretű munkahenger esetén az S_{cs} A_{cs} és zárt fojtószelep mellett kialakuló maximális p_{cs} nyomás a konstrukcióra jellemző adatok. Ezek az adatok meghatározzák a maximálisan fékezhető mozgási energia nagyságát. Az *1. táblázat* közli az 1500 típusú Mecman munkahengerek által lefékezhető maximális mozgási energiaértékeket.

Terhelési példák

A *11. ábrán* néhány példával szemléltetjük a pneumatikus munkahengerek működési jellemzőinek változását a gyakorlatban ismételten előforduló terhelési esetekben.


BEFOGÁS
EMELÉS
SÜLLYESZTÉS
GÖRDÜLÉSI ELLENÁLLÁS
CSÚSZÓ ELLENÁLLÁS ÉRDES FELÜLETEN
CSÚSZÓ ÉS GÖRDÜLŐ ELLENÁLLÁS
LYUKASZTÁS
ZSÁKFURAT FÚRÁSA
ÁTMENŐFURAT FÚRÁSA
ELLENTÉTES IRÁNYÚ TERHELÉS

11. ábra

1. táblázat

MECMAN 1500 tip. henger Ø	25	39	50	64	76	100	125	150	200	250	300	350
Fékezhető energia $\frac{G.v^2}{2\ g}$ /mkp/	0,015	0,16	0,32	2,4	6,1	10,2	16,8	29,1	61,3	107	194	245

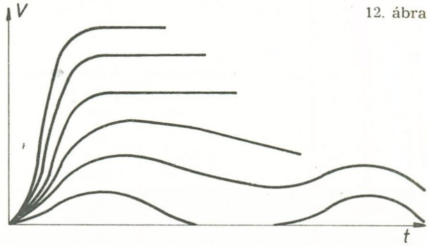
Pneumatikus munkahengerek működési sebességének változtatása

A pneumatikus munkahengerek sebességszabályozása — mint az a gázdinamikai törvények alapján is látható volt — igen egyszerűen megoldható feladat. Helyes kiválasztás esetén elérhető, hogy a terheléstől függetlenül a kívánt állandó sebességet tudjuk beállítani, a kiáramló levegő útjába elhelyezett fojtással. A terhelésváltozás pillanatában — mint azt további elemzések bizonyítják — erőteljes dinamikus jelenségekkel kell számolnunk, amelyek nagyságát számítással követni nem tudjuk, de befolyásoló tényezőit ismerjük.

A *12. ábrán* látható — különböző végsebességekre beállított hengerekre vonatkozó — mérési eredmények azt mutatják, hogy kis sebesség esetén a beállítás már nem lehetséges. Tapasztalat szerint bizonyos sebességhatár alatt a pneumatikus munkahenger mozgása ugráló, egyenetlen lesz.

Érdekes megvizsgálni, milyen tényezők befolyásolják ezt a mozgási jelenséget. A henger indulásának pillanatában a mozgással szemben fellépő erők közül a súrlódási erő nagyságát a nyugvásbeli súrlódási tényező határozza meg. Ez pedig — mint közismert — rendszerint nagyobb, mint a mozgásbeli súrlódási tényező értéke. Tehát az elindulás után az ellenerő azonnal lecsökken, és a két súrlódási erő különbségének megfelelő gyorsító erő áll rendelkezésre. Amennyiben ez a többlet gyorsító erő nagyobb sebesség elérését biztosítja, mint amit a fojtáson kiáramló levegő lehetővé tenne, akkor a sebesség a beállított érték körül lesz. Előfordulhat olyan eset is, amikor a henger megindulása után a dugattyú olyan nyomásra komprimálja a kipufogó levegőt, hogy az a dugattyúmozgás megállításához vezet. Ebben az esetben ugráló mozgást végez a henger.

Fentiek alapján tehát megállapítható, hogy amennyiben kis működési sebességet kívánunk pneumatikus munkahengerrel elérni, fokozott gonddal kell ügyelnünk arra, hogy a súrlódási erőket csökkentsük, és olyan műszaki megoldásokat válasszunk, ahol a nyugvásbeli és mozgásbeli súrlódási erők között csekély a különbség.



12. ábra

Összefoglalás

Ezek voltak azok a fontosabb szempontok, amelyekre a pneumatikus munkahenger kiválasztásánál figyelemmel kell lennünk. Érdekes dolog, hogy ez a téma a szakirodalomban mennyire érintetlen terület, sőt bizonyos esetekben téves megvilágítású is. A felhasználó szempontjából pedig nem lebecsülendő kérdésekről van szó. Sok esetben a hengerek alkalmazhatóságát és a pneumatikus technika létjogosultságát tette kérdésessé egy-egy olyan eset, amikor a henger működési sajátosságait nem vették figyelembe. Tehát nem elegendő a hengerek kiválasztásánál a statikus állapotban leadott erőt figyelembe venni, hanem vizsgálni kell a dinamikus jelenségeket is. Amennyiben a pneumatikus henger munkafolyamata alapján végzett elemzés az adott alkalmazási esetre olyan jellemzőket tár fel, amelyek a berendezés helyes működését veszélyeztetik, akkor is számtalan lehetőségünk van kisegítő berendezések alkalmazásával (pl. hidropneumatika) a káros jelenséget megszüntetni. A követelmények helyes mérlegelésével és a henger gondos kiválasztásával a pneumatikus munkahenger a legkülönbözőbb és különleges követelmények kielégítésére is alkalmas.

Irodalom

PATTANTYÚS: Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve. Budapest. Műszaki Könyvkiadó.

Dr. GRUBER—ifj. SZENTMARTONY: Gázdinamika. Budapest. 1954. Műszaki Könyvkiadó.

A pneumatikus technika kézikönyve. (MECMAN) Budapest. 1972. Műszaki Könyvkiadó.

Dr. KRISZTINICZ: Digitális pneumatika. 1973. Budapest. Műszaki Könyvkiadó. 324 p.

Nagy az általános érdeklődés a robotok iránt

A legutóbb megrendezett 5. Nemzetközi Ipari Robot Szimpóziumon (5th International Symposium of Industrial Robots) kétszer anynyian vettek részt, mint az 1972-ben tartott 2. ISIR-en, mégis nyilvánvaló volt, hogy az ipari robot gyártása még gyerekcipőben jár, alkalmazása még mindig korlátozott.

Az 500 résztvevőnek alkalma volt a 10 párhuzamos ülés meghallgatására, melyek fele a robotalkalmazásokhoz, fele pedig az új fejlesztési kutatásokhoz kapcsolódott. Az alkalmazástechnikai ülésen való részvétel jóval nagyobb volt a fejlesztő-kutató ülésénél. A részvételi arány kb. 2:1 volt a potenciális felhasználók javára a kutatókkal szemben.

A felhasználók többsége viszonylag kevés robotot alkalmaz. A legtöbb robot a General Motorsnál működik. (Hat szerelőüzemében 74 robot működik.)

Érdekes volt az is, hogy csak két olyan gyártó cég állított ki, akik 1972-ben is bemutatták termékeiket. Az összes többi kiállító vállalat új volt ezen a területen, néhány közülük csak 1975-ben tűnt fel.

A leggyakrabban használt energia

Két kivételtől eltekintve hidraulikus és pneumatikus rendszerek szolgáltak energiahordozóként és vezérlőegységként az ipari automatizálás ezen új fajtájához.

Általában az „izmosabb" robotok szervo vezérlésű hidraulikus rendszert alkalmaznak, míg a kisebb modelleknél az energiát — és gyakran a vezérlést is — a sűrített levegő szolgáltatja. A robotkar finom mozgását és pontos megállását legtöbb esetben hidropneumatikus (levegő-olaj) rendszer alkalmazásával oldják meg.

Előrejelzés

Jelenleg az egész világon kb. 1500—2000 ipari robot üzemel. Az USA-ban több prognózis is született az ipari robotok alkalmazásának felfutásáról.

A jelenlegi I. generációs ipari robotok — melyek több szabadságfokúak, programozható memóriavezérlésűek és nyitott hatásláncúak — ára 15 000 és 47000 $ közé esik. Az ún. 1,5 generációs ipari robotok fejlesztése is befejeződött. Ezek már érzékelőket tartalmaznak, zárt hatásláncúak, minicomputerrel rendelkeznek.

Az I. és 1,5 generációs robotokat univerzális robotoknak nevezik, a korlátozott teljesítőképességű pl. „pick and place" (fogd meg és rakd le) robotokat az egyszerű robotok kategóriájába soroljuk.

Az ipari robotok alkalmazásának várható felfutása az USA-ban:

	1976	1978	1980	1982	1984
Egyszerű robot (mill. $)	12,4	22,4	42,5	62,0	127,0
Univerzális (mill. $)	24,6	49,6	82,5	150,0	175,0
Összesen (mill. $)	37,0	72,0	125,0	212,0	302,0

A mennyiségi növekedéssel együtt várható a prognózis szerint az ipari robotok felhasználási területének viszonylagos megváltozása is. A gépkocsigyártó-ipar súlyának csökkenésével nő a mechanikai és elektromos (elektronikus) alkatrészgyártás és szerelés aránya.

• • •

Numerikus szerszámgépek vezérlése kisszámítógéppel

A VEB Roboton KRS 4200 típusú kisszámítógépe alkalmas numerikus vezérlésű szerszámgépek közvetlen, ún. DNC üzemmódban történő vezérlésére. A számítógéppel nemcsak NDK gyártmányú, hanem szovjet gyártmányú szerszámgépeket is vezérelnek. Ezen a téren gyümölcsöző együttműködés folyik szovjet és NDK-beli kutatóintézetek között.

A DNC üzemmódú vezérléshez AUTOTECH programnyelven megírt BOFR3, DR4 és DR5 programokat fejlesztettek ki.

• • •

W TÍPUSU KISMEGSZAKÍTÓK

A W tipusu kismegszakitók igen széles felhasználási területtel rendelkeznek, tekintettel a három féle - H, L, G - karakterisztikára, és azon belül az áramsorokra és beépitési módokra;
a következő feladatokra alkalmazhatók:

WH tipus: háztartási készülékek védelme
WL tipus: vezetékek védelme
WG tipus: motoros készülékek, induktiv jellegü terhelések, fényszórók.

A készülék keskeny kialakitásu, szélessége 17,5 mm. Élettartama névleges terhelésnél legalább 10.000 kapcsolás. A kismegszakitó 380V - 1500A-es és 220V - 3000A-es zárlati áram megszakitására képes. Megszakitáskor az iv kioltása mindenkor egy fél perióduson belül történik meg. A készülék termikus hőkioldóval (bimetall) van ellátva a tulterhelésből eredő tuláramok, és elektromágneses gyorskioldóval a rövidzárlatokból eredő tuláramok ellen való védelem céljából.

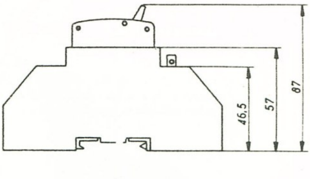
A H karakterisztikánál a termikus lekapcsolás beállitása olyan, hogy 1,4 I_n árammal történő terhelésnél 1 órán belül lekapcsolás nem történik, 1,9 I_n-nél árammal terhelve 1 órán belül a kismegszakitó lekapcsol. A mágneses gyorskioldó a névleges áram 2-3-szorosánál már megszakitja a zárlati áramot.
Az L karakterisztikánál a termikus lekapcsolás értéke megegyezik a H tipusével, rövidzárlati gyorslekapcsolás pedig a névleges áram 3,5-5-szöröse között van.

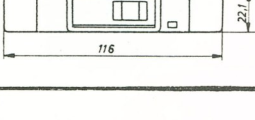
G karakterisztikáju kismegszakitóknál 1,1 I_n árammal való terhelés esetén 1 órán belül nincs lekapcsolás, 1,4 I_n árammal való terhelés esetén 1 órán belül a kismegszakitó lekapcsol. A rövidzárlati gyorslekapcsolás a névleges áram 8-12-szerese között van.

A kismegszakitó mechanikai felépitését tekintve olyan, hogy bármely helyzetben biztonságosan kikapcsol, rázásra nem érzékeny. Szerelése vagy felcsavarozással, vagy sinre történő bepattintással történhet. A max. beköthető vezeték keresztmetszete 10 mm^2.

A W tipusu kismegszakitó az MSZ 1579 számu és a VDE 0641/3.64. számu szabványok követelményeinek felel meg. A VDE jel használata engedélyezett.
Választéktáblázat

Jelleggörbe	Áramsor (névleges áram A-ben)
H	10, 16, 20, 25
L	6, 10, 16, 20, 25
G	1,6, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 16, 20, 25, 32





Gyártja: VBKM Világitástechnikai Gyár
1143 Budapest, XIV.,
Francia ut 11.

Tájékoztató a szerzőknek

Jellege:

Az AUTOMATIZÁLÁS eredeti szakcikkeket publikál, kiegészitve ezeket olyan közérdekü összefoglalókkal (kompilációkkal, tömöritvényekkel, hirekkel), amelyek az automatizálás széles területével kapcsolatosak, ideértve a számitástechnikát is. A cikkek elsősorban a gyakorlati megvalósitással és az alkalmazási lehetőségekkel foglalkoznak, elméleti megfontolásokkal csak magyarázó háttérként.

Célja:

Az AUTOMATIZÁLÁS rendszeres tájékoztatást nyujt arról, hogyan korszerüsitheti az automatizálás és a számitógép-alkalmazás a hazai ipar termelési módszereit.

Az AUTOMATIZÁLÁS segiti a hazai ipar fejlődését: tájékoztatja a fejlesztő, gyártó és alkalmazó szakembereket a legujabb irányitástechnikai elemek, berendezések, rendszerek gyártásáról, alkalmazási és üzemi tapasztalatairól - müszaki és közgazdasági szempontok alapján.

Az AUTOMATIZÁLÁS előmozditja a hazai számitástechnikai kormányprogram megvalósulását, a számitógépek alkalmazását és gyártását.

Tematikája:

Hazai és külföldi eredmények, trendek ismertetése:
- az automatizált gyártástechnológiák,
- a folyamatirányitás,
- a numerikus szerszámgép-vezérlés,
- a villamos, hidraulikus és pneumatikus automatikai részegységek és rendszerek,
- a teljesitményelektronika,
- az elektronikus alkatrészek és az elektronikus eszközgyártás technológiai berendezései,
- egyéb automatizálási eszközök fejlesztése és gyártástechnológiája,
- a számitástechnikai hardware és software eszközök és rendszerek,
- a számitógépes müszaki tervezés,
- az automatizálás és a számitástechnika nemtermelési alkalmazásának (pl. adatfeldolgozás, közlekedésirányitás) területéről.

Az automatizálás és számitógépesités gazdasági és vezetési kérdéseinek elemzése.
Hirek, müszaki ujdonságok

A lap rovatai (részterületei) és a rovatvezetők

1. Automatizált gyártástechnológiák
   Szabó Antal okl. villamosmérnök
   Munkahely: Mechanikai Mérőmüszerek Gyára Központi Fejlesztési Intézet
   Munkahelyi telefonszáma: 291-400

2. Folyamatirányitás, teljesitményelektronika
   Rovatvezető: Sajber István okl. gépészmérnök
   Munkahelye: Kohászati Gyárépitő Vállalat
   Munkahelyi telefonszáma: 137-485

3. Numerikus szerszámgépvezérlés
   Rovatvezető: Dr. Bánki Géza okl. gépészmérnök
   Munkahelye: KGM Müszaki Főosztály
   Munkahelyi telefonszáma: 496-759

4. Pneumatikus és hidraulikus rendszerek
   Rovatvezető: Kallós Katalin okl. villamosmérnök
   Munkahelye: Finomszerelvénygyár, MECMAN Iroda
   Munkahelyi telefonszáma: 185-014

5. Elektronikus alkatrészek és az elektronikus eszközgyártás technológiai berendezései
   Rovatvezető: Bolgár Miklós okl. villamosmérnök
   Értesithető: a 636-073 hivószámon

6. Az automatizálás és a számitástechnika általános témái
   Rovatvezető: Mayer László okl. gépészmérnök, automatizálási szakmérnök
   Munkahelye: VILATI
   Munkahelyi telefonszáma: 353-188

7. Számitástechnikai rendszerek
   Rovatvezető: Kramlik József okl. villamosmérnök
   Munkahelye: Pénzügyminisztérium, Számitóközpont
   Munkahelyi telefonszáma: 684-020

8. Számitástechnikai software
   Rovatvezető: Szentgyörgyi Zsuzsa okl. villamosmérnök, automatizálási szakmérnök
   Munkahelye: MTA SZTAKI
   Munkahelyi telefonszáma: 665-644

9. Számitástechnikai és automatizálási eszközök
   Basa István okl. villamosmérnök
   Munkahelye: KGM Müszaki Főosztály
   Munkahelyi telefonszáma: 496-756

10. Az automatizálás müszaki-gazdasági és vezetési kérdései
    Rovatvezető: Német Imre okl. villosmérnök
    Munkahelye: Országos Tervhivatal
    Munkahelyi telefonszáma: 119-408

11. A számitógépesités müszaki-gazdasági és vezetési kérdései:
    Rovatvezető: Harsányi Vilmos
    Munkahelye: Országos Tervhivatal
    Munkahelyi telefonszáma: 115-612